BREYMANN,

BAU-KONSTRUKTIONS-LEHRE.

II

HOLZ.

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/allgemeinebaukon02brey

Allgemeine

Bau-Konstruktions-Lehre

mit besonderer Beziehung

auf das

Hochbauwesen.

Ein Leitfaden zu Vorlesungen und zum Selbstunterricht

von

G. A. Breymann,

† Baurat und Professor an der königl. polytechnischen Schule in Stuttgart,

neu bearbeitet von

H. Lang,

Oberbaurat und Professor an der großh. polytechnischen Schule in Karlsruhe.

II. Teil.

Konstruktionen in Holz.

Fünfte, verbesserte und vollständig umgearbeitete Auflage.

Mit 600 Holzschnitten und 124 lithographirten Figurentafeln.

Leipzig.

J. M. Gebhardt's Verlag.

(Leopold Gebhardt.)

1885.

Vorwort.

Anknüpfend an das Vorwort zum ersten Bande dieses Werkes, war auch hier eine Bearbeitung der vierten Auflage schon aus dem Grunde erforderlich, damit das alte Maß entfernt und an dessen Stelle das Metermaß gesetzt werde.

Außerdem sind in der neuen Auflage die Konstruktionen, insbesondere die der Dachstühle, nicht mehr mit ihren Berechnungen aufgeführt, sondern letztere ihres Zusammenhanges wegen und zur Vermeidung von Wiederholungen in einem besonderen Abschnitte zusammengefaßt. Den Dachkonstruktionen, welche im sechsten Kapitel enthalten sind, wurde eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet, indem die veralteten Konstruktionen entfernt, dagegen viele neue — insbesondere Kirchendachstühle — aufgenommen wurden. Auch sind der Vervollständigung der Holzverbindungen wegen die vorherrschendsten derselben, welche bei Dachkonstruktionen vorkommen, besonders zusammengestellt worden.

Wesentliche Erweiterungen und Verbesserungen erhielten die Kapitel über Treppen, Thüren, Fenster, Läden, Gerüste und Glockenstühle.

Von den vorhandenen Tafeln und Holzschnitten wurden die brauchbarsten beibehalten und an Stelle der veralteten neue gesetzt, wobei sich 51 neu hergestellte Tafeln und 300 neue Holzschnitte ergaben.

Die Herstellung der Tafeln fand großenteils unter bereitwilligster Mithilfe des Herrn Dörr, Lehrer unserer technischen Hochschule, statt.

Schließlich fühle ich mich verpflichtet, dem Verleger, Herrn L. Gebhardt, für die gediegene Ausstattung dieses Bandes meine Anerkennung auszusprechen.

Karlsruhe, im September 1884.

H. Lang.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Einleitung 1
Konstruktionen in Holz 3

Erstes Kapitel. Zurichtung des Holzes.

§ 1. Das Beschlagen 3
§ 2. Das Schneiden 6
§ 3. Verwerten der Stämme 7

Zweites Kapitel. Die einfachen Holzverbindungen.

§ 1. Einteilung 10
§ 2. Hilfsmittel 11
§ 3. Die Verlängerung der Hölzer 12
§ 4. Die Verstärkung der Hölzer. a. Die Verdickung . . . 15
§ 5. b. Die Verbreiterung 20
§ 6. Die Verknüpfung der Hölzer 22
§ 7. a. Die Hölzer liegen in einer Ebene 22
§ 8. b. Die Hölzer liegen in verschiedenen Ebenen 27

Drittes Kapitel. Die Hängewerke.

§ 1. Allgemeines. Benennungen 29
§ 2. Verbindungen der Hängewerke 30
§ 3. Die Sprengwerke 36
§ 4. Verbindungen der Sprengwerke 37

Viertes Kapitel. Die Wände.

§ 1. Allgemeines 39
§ 2. Die Riegel- oder Fachwerkswand 39
§ 3. Die Blockwand 50
§ 4. Die Dielen- und Bretterwand 52
§ 5. Die Spundwand 54

Fünftes Kapitel. Die Balkenlagen.

§ 1. Allgemeines. Benennungen 55
§ 2. Auflager der Balken 59
§ 3. Konstruktion der Zwischendecke 63
§ 4. Die Roste 71

Sechstes Kapitel. Die Dächer.

§ 1. Einleitung 74
§ 2. Die Dachformen 74

Seite

§ 3. Dachverbände 77
a. Verbindungen am Dachfuße 79
b. Verbindungen an der Dachfirst 81
c. Verbindungen an der Pfette 81
§ 4. Berechnungen der Dachkonstruktionen und Bestimmung der Balkenstärken bei Balkenlagen 85
A. Allgemeines 85
B. Bestimmung der Balkenstärken bei Gebälklagen . 93
C. Berechnung der Dachkonstruktionen 95
§ 5. Konstruktion der Dachgerüste 108
§ 6. I. Satteldächer mit unterstützten Balken 109
a. Einfache Sparrendächer 109
b. Kehlbalkendächer 109
§ 7. II. Satteldächer mit nicht unterstützten Balkenlagen (Hängewerksdächer) 116
a. Bei Pfettendächern 116
b. Bei Kehlbalkendächern 120
§ 8. Satteldächer ohne Balkenlagen 121
1. Dächer aus geraden Hölzern 121
2. Dächer aus krummen Hölzern (Bohlendächer) . 125
§ 9. Hallendächer 131
§ 10. Kirchendächer 135
§ 11. Pultdächer 138
§ 12. Walmdächer 140
§ 13. Zeltdächer 146
§ 14. Mansardendächer 154
§ 15. Kuppeldächer 156
§ 16. Windschiefe Dächer 162
§ 17. Die zusammengesetzten Dächer 167

Siebentes Kapitel. Die Gesimse.

§ 1. Allgemeines 172
§ 2. Gesimskonstruktionen 172
§ 3 und 4. Die Ableitung des Wassers von den Dächern . 176
§ 5. Hölzerne Stützenbildungen 178

Achtes Kapitel. Die Treppen.

§ 1. Allgemeines 179
§ 2. Unterstützte Treppen 187
§ 3. Freitragende Treppen 189

Seite

Neuntes Kapitel. Die Verbretterungen.

A. Die Fußböden.

§ 1. Allgemeines 196
§ 2. Ordinäre Fußböden 197
§ 3. Eingefaßte Fußböden 200
§ 4. Parkettirte Fußböden 201
§ 5. Holzpflaster 203

B. Verschalungen oder Vertäferungen.

§ 6. Glatte und gestemmte Vertäferungen. Fußlambris . . 205

C. Dacheindeckungen.

§ 7. Allgemeines 207
§ 8. 1. Bretterdächer 208
§ 9. 2 Schindeldächer 209
§ 10. 3. Stroh- und Rohrdächer 211
§ 11. 4. Lehmschindel- und Lehmstrohdächer 213

Zehntes Kapitel. Die Thüren und Fenster.

A. Die Thüren.

§ 1. Allgemeines 217
§ 2. Ordinäre Thüren 218
§ 3. Verdoppelte Thüren 219
§ 4. Die eingefaßten oder gestemmten Thüren 220
§ 5. Der Beschlag der Thüren 231
§ 6. Beschlagteile zur Bewegung der Thüren 232
§ 7. Beschlagteile zum Verschluß der Thüren 235

B. Die Fenster.

§ 1. Allgemeines 236
§ 2. Die Flügelfenster 237
§ 3. Schiebfenster 243
§ 4. Der Beschlag der Fenster 245
§ 5. Die Läden inkl. Rollläden 250

Elftes Kapitel. Die Gerüste.

§ 1. Allgemeines und Benennungen 252
§ 2. Die Lehrgerüste 253
§ 3. Die Baugerüste 255
§ 4. Die Glockenstühle 262

Einleitung.

Im ersten Teil dieses Werkes tritt der Stein als Hauptmaterial auf, während im zweiten Teil das Holz vorzugsweise den Stoff darstellt, aus welchem die Konstruktionen herzustellen sind.

Eignet sich der Stein, insbesondere der behauene, für monumentale Gebäude, so ist dagegen das Holz für untergeordnete, mehr vorübergehende bauliche Zwecke ein nicht weniger schätzenswertes Material.

Vergleichen wir die Eigenschaften des anorganischen Steins mit denen des organischen Holzes, so werden sich auch die Unterschiede der Stein- und Holzkonstruktionen leicht ergeben. Zeichnet sich der Stein aus durch seine Schwere, Dichtigkeit, Härte, Sprödigkeit, Dauer und Unverbrennlichkeit, so finden wir im Holz die Gegensätze, als: Leichtigkeit, Porosität, Weichheit, Zähigkeit, Elastizität, Wandelbarkeit und Verbrennlichkeit.

Während der Stein eine Ausdehnung nach drei Seiten hat, spricht man beim Stamm nur von zwei Ausdehnungen, Dicke und Länge, wobei die letztere entschieden vorherrscht. Der Stein, wenigstens der beim Bauen meist verwendete, bildet sich durch allmähliche Ablagerung, wodurch er eine oft mittels der Farbe deutlich ausgesprochene Schichtung erhält; dagegen wächst das Holz in zentraler Ausdehnung, indem es sich von einer gemeinschaftlichen Mitte her ausbreitet. Die Schichten sind hier gleichförmig und konisch um einen gemeinsamen Kern gelagert.

Aus obigen Egenschaften resultirt zunächst in konstruktiver Beziehung die Selbständigkeit und Unabhängigkeit des Steins, vermöge seiner Schwere, gegenüber der Unselbständigkeit und Abhängigkeit des Holzes. Der Pfeiler, die Säule bleiben aufgerichtet stehen, der Holzpfosten hingegen nur wenn er unten und oben gefaßt, oder mit anderen Strukturteilen verbunden wird. Ein Steinbau kann ausgeführt werden ohne künstliche Verbindung seiner Teile, ein Holzbau nicht. Gegenüber der Massenhaftigkeit, Fülle und Gleichartigkeit des Materials, welches der Steinbau aufweist, tritt uns der Holzbau mit Magerkeit entgegen, ja es bildet sogar das Holz in den meisten Fällen nur das Skelett, das Rahmwerk, dessen Felder mit anderem Material ausgefüllt werden.

Indem sich die Stockmauern mehrstöckiger Gebäude, statisch richtig, nach innen, beziehungsweise dem Kern oder nach der Achse der Mauer beiderseits absetzen, können die Holzwände etagenweise übereinander vortreten, wodurch ein wesentliches charakteristisches Merkmal gegenüber dem Steinbau entsteht. Ein bedeutender Unterschied liegt auch in der Gesimsbildung. Der Steinbau bedarf weniger des Schutzes und tritt das Hauptgesimse durch seine in der Konstruktion bedingte bescheidene Ausladung mehr nur bekrönend auf, wogegen das weit ausgeladene, durch Verlängerung der Dachflächen erzielte Holzgesimse den Zweck des Schutzgebens hat, welcher durch die schräge Stellung des Gesimses charakteristisch ausgesprochen wird.

Das Verhalten des Holzes gegen Witterungseinflüsse darf nicht unerwähnt bleiben, indem dasselbe von wesentlichem Einfluß auf Flächenbildungen, Vertäferungen u. s. f. ist. Das Holz als hygroskopischer Körper vermindert in der Wärme sein Volumen, „schwindet", und vergrößert dasselbe in feuchter Luft, „quillt", welche Eigenschaften eine besondere Konstruktionsweise bedingen, die wir später kennen lernen werden und die beim Stein gewöhnlich, als zu unbedeutend, unberücksichtigt gelassen wird.

Obschon das Holz vermöge seiner leichten Vergänglichkeit gegenüber dem dauerhaften Steine im Nachteile ist, so besitzt es doch auch wieder so viele vorteilhafte Eigenschaften, als: Leichtigkeit, leichte Bearbeitung, bedeutende Tragfähigkeit, Elastizität u. s. f., wodurch es für eine große Anzahl von Konstruktionen nicht leicht durch einen andern Stoff verdrängt werden dürfte. Nur bei den Großkonstruktionen

wird noch Eisen zu Hilfe genommen, oder solche ganz aus Eisen konstruirt, wenn auf längere Dauer, Feuersicherheit u. s. f. ein besonderer Wert gelegt wird.

Die vorteilhafte Verwendung des Holzes zu baulichen Zwecken liegt so nahe, daß dasselbe unstreitig, nebst der Erde, zu den ersten Versuchen im Gebiete des Baufaches gedient haben muß; so berichtet Vitruv von den alten Phrygiern: „Sie wohnten in ebenen Gegenden und höhlten wegen Mangels an Bauholz natürliche Erderhöhungen aus. Darüber bildeten sie mit Hilfe von Pfählen, welche sie miteinander verbanden, eine Art von Kegel. Denselben bedeckten sie mit Rohr und Reisig und schütteten darauf einen möglichst großen Erdhaufen." Dadurch war der einfachste Raumabschluß, das „Zelt", gewonnen, welches eine pyramidale oder konische Form haben konnte, wobei aber auch die Wandfläche mit der Dachfläche zusammenfällt. Eine Trennung derselben führt zur senkrechten Wand- und schrägen Dachflächebildung. Diese Übergangsstufe möge mit dem Wort „Hütte, Baracke" bezeichnet werden, wobei die Wände aus eingerammten Pfählen bestanden, deren Zwischenräume mit Geflecht oder Gitterwerk ausgefüllt waren.*)

Aus dem hohen Altertum sind wegen der leichten Zerstörbarkeit des Holzes keine Holzbauten auf uns gekommen, um als Zeuge dienen zu können von den Anfängen und der weiteren Entwickelung der Holzarchitektur.

Daß jedoch die alten Ägypter und Perser frühe schon Holzbauten aufführten, beweisen die an Felsengräbern in Stein gehauenen Nachbildungen von hölzernen Gebäuden.

Eine weitere außerordentlich frühe Verwendung des Holzes fand bei den Pfahlbauten statt, über welche wir dem griechischen Geschichtschreiber Herodot die erste Nachricht verdanken.

Bedeutende Holzarbeiten wurden tausend Jahre v. Chr. am Tempel Salomonis zu Jerusalem nach biblischer Überlieferung durch phönizische Baumeister ausgeführt.

Daß die künstlerisch hochbegabten Griechen auch in Holz zu bauen verstanden, dürfte zweifellos sein, selbst wenn wir durch die Schriften von Herodot, Pausanias, Plutarch u. s. w. nicht darauf aufmerksam gemacht wären.

*) Lehnfeldt, Die Holzbaukunst.

Nicht allein im Steinbau, sondern auch im Holzbau waren die Römer und insbesondere ihre Lehrmeister, die Etrusker, tüchtige Techniker, wovon uns der römische Baumeister Vitruvius in seinem schätzbaren Werke „De Architectura" berichtet, sowie ein bei den Steinkonstruktionen schon erwähntes neueres Werk vom französischen Architekten A. Choisy*) uns Aufschluß über die Zimmerkunst der Römer giebt.

Dieses praktische Volk stellte dem Konstrukteur bedeutende Aufgaben, und zwar im Hochbau, Brückenbau und den Bauten für rein militärische Zwecke, durch deren Lösung die Zimmerkunst wesentlich gefördert wurde. Es sei hier nur der Überspannung weiter Räume, welche die Basiliken und Theater darboten, sowie der Brücken über die Tiber, Donau, Rhein u. s. w. und der Belagerungstürme und Kriegsmaschinen gedacht.

Obschon in Deutschland und Frankreich bis zur Zeit Kaiser Karls des Großen hauptsächlich nur in Holz gebaut wurde, so dürften doch keine erheblichen Fortschritte im Holzbau gemacht worden sein. Aus dem Mittelalter sind die ältesten noch erhaltenen Holzbauten, namentlich aus Block- oder Schrotwänden konstruirt, in Norwegen zu finden, während in Frankreich Wohngebäude, aus Fachwerkswänden bestehend, aus dem 14. bis 16. Jahrhundert noch vorhanden sind.**)

In Deutschland und Frankreich sind aus der spätgothischen, mehr aber aus der Renaissance-Periode sehr wertvolle Exemplare aus dem Gebiete der Holzarchitektur auf uns gekommen.

So charakteristisch auch die Holzbauten des Schwarzwaldes, sowie des österreichischen und bayrischen Gebirges sind, so werden sie doch in Bezug auf künstlerische Durchbildung und malerischen Reiz von den Schweizerholzbauten übertroffen.***)

Möge schließlich der Wunsch, daß in den Zeichensälen der Bauschulen auch die Holzbaukunst die ihr gebührende Pflege finde, nicht unerfüllt bleiben!

*) A. Choisy, L'art de bâtir chez les Romains.
**) Viollet le Duc, Dictionnaire raisonné, tome 6.
***) Gladbach, „Die schweizer Holzarchitektur".

Konstruktionen in Holz.

Unter den Konstruktionen in Holz verstehen wir alle diejenigen, bei welchen das Holz als Hauptmaterial auftritt, und die daher vorzugsweise die Arbeiten des Zimmermanns und Schreiners umfassen.

Wie bei den Steinkonstruktionen der Mörtel als ein Hilfsmaterial zum Vereinigen der einzelnen Steine erscheint, so giebt es auch bei dem Holze dergleichen Hilfsmaterialien, die eine innigere Vereinigung und Verbindung von zwei oder mehren Hölzern bewirken sollen. Es sind dies die verschiedenen Leimarten ꝛc. und Metalle, namentlich das Eisen, und zwar in verschiedenen Gestaltungen, als Schienen, Klammern, Schrauben, Bolzen und Nägel ꝛc., und obgleich nun, streng genommen, die zuletzt genannten Gegenstände zu den Metallkonstruktionen gezählt und erst bei diesen beschrieben werden sollten, so dürfen wir dies doch nicht thun, wenn wir Verwirrungen vermeiden wollen, und wir werden daher diese Gegenstände immer gleich bei den Verbindungen, wo sie vorzukommen pflegen, näher beschreiben.

Die zu besprechenden Konstruktionen beziehen sich zwar zunächst wieder auf das sogenannte Hochbauwesen, doch sind wenigstens die Elemente der übrigen, anderen Teilen der Baukunst angehörenden Konstruktionen keineswegs ausgeschlossen; denn wenn wir z. B. die Hängwerke nur in ihrer Anwendung auf Gegenstände des Hochbauwesens besprechen, wie bei den Dächern und Wänden, so bleibt doch das Hängwerk wesentlich durchaus unverändert, wenn man dasselbe bei einer Brückenkonstruktion benutzt.

Erstes Kapitel.

Zurichtung des Holzes.

§ 1.

Das Beschlagen.

Obgleich das Fällen des Holzes, namentlich in Beziehung auf die Zeit, wann es vorgenommen wird, keineswegs gleichgültig, sondern für die spätere Benutzung und Dauer desselben von größter Wichtigkeit ist, so können wir uns hier auf diesen Gegenstand doch nicht weiter einlassen, weil er in das Bereich der Baumaterialienlehre gehört, welche wir voraussetzen. Wir nehmen daher die Baumstämme gefällt und von ihren Ästen und Zweigen befreit an, wie sie als Handelsartikel auf den Holzplätzen vorzukommen pflegen. Ebenso müssen wir den nicht unwichtigen Umstand, ob das Holz durch Flößerei oder per Achse transportirt worden, außer Acht lassen; und können selbst auf die Gattung desselben nur insofern eingehen, als wir bei den einzelnen Konstruktionen diejenigen Holzarten angeben wollen, welche sich zu denselben besonders gut eignen.

Die Bauhölzer werden selten und nur in besonderen Fällen so rund, wie sie gewachsen sind, verbraucht, sondern es wird ihnen vorher eine angemessene Gestalt gegeben, wonach sie — wenigstens im allgemeinen — als Prismen oder abgestumpfte Pyramiden mit rechteckigem Querschnitte erscheinen; und die Manipulationen, die nötig sind, um sie in diese oder in eine andere bestimmte Gestalt zu bringen, sind es, welche wir meinen, wenn wir von der Zurichtung des Holzes sprechen.

Die Zurichtung geschieht nun auf zwei verschiedene Arten, entweder durch das *Beschlagen* des Holzes mittels der Axt und des Beils, oder durch das *Schneiden* mit der Säge, was wieder entweder aus freier Hand oder durch Maschinen auf der Schneidemühle geschehen kann.

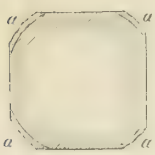
Allgemein kann man die Bauhölzer in *Stammhölzer* und in *Schnittware* einteilen, wobei man unter ersteren alle balkenartig gestalteten Hölzer versteht, und unter letzteren alle Arten Bretter, Dielen, Bohlen, Latten ꝛc. Die Stammhölzer haben in verschiedenen Gegenden verschiedene Namen bekommen, durch welche ihre Abmessungen bezeichnet werden sollen. Diese hier aufzuführen, würde eine unnütze Mühe verursachen, einmal weil sie in verschiedenen Gegenden verschieden sind, und weil man doch nicht mit Sicherheit aus diesen Benennungen auf die Abmessungen schließen kann, so daß nichts übrig bleibt, als die Länge und Stärke jedesmal in Zahlen zu bezeichnen. Hierbei wird die Länge in Metern, die Stärke aber gemeiniglich in Centimetern aus-

gedrückt, und zwar so, daß man, bei rechteckigem Querschnitt der Hölzer, die beiden rechtwinklig aufeinander gedachten Abmessungen dieses Querschnitts in Bruchform schreibt, wobei der Zähler die Höhe und der Nenner die Breite des Holzes bedeutet.

Eine ziemlich allgemein verständliche Unterscheidung ist die in Ganz-, Halb-, Kreuz-, Sechstel-, Achtel- ꝛc. Holz, je nachdem nämlich aus einem Stamme ein, zwei, vier, sechs, acht ꝛc. Stücke gebildet sind; jedoch entbehrt auch diese Benennung aller Bestimmtheit.

Das Beschlagen der Hölzer ist natürlich nur bei den Stammhölzern möglich, und hat den Zweck, sie zu weiterer Verarbeitung geschickt zu machen. Sehr oft werden die Stämme schon im Walde, gleich nach dem Fällen, roh vierkantig beschlagen, was man den Waldhieb oder das Bewaldrechten nennt, und wodurch der Stamm ungefähr den auf Fig. 1 dargestellten Querschnitt erhält. Die hierbei in der ursprünglichen Rundung des Stammes liegenden Seiten aa nennt man Wahn- oder Waldkanten. Der Zweck des Bewaldrechtens ist, den unbrauchbaren Splint des Holzes zu entfernen und sehr schwere Stämme für den Transport zu erleichtern. Für die spätere Zurichtung der Hölzer ist diese Arbeit unnütz, da sie nicht mit der gehörigen Genauigkeit vorgenommen wird, so daß auch schon bewaldrechtete Seiten dennoch beschlagen werden müssen. Das Bewaldrechten ist daher nur für sehr große Stämme, die dadurch merklich erleichtert werden, und für Flößholz anzuraten, damit bei letzterem die Flößer sich sicherer auf den schwimmenden Stämmen bewegen können.

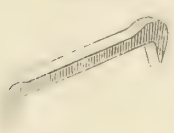
Fig. 1.



Das eigentliche Beschlagen der Hölzer durch den Zimmermann hat den Zweck, denselben den für den speziellen Gebrauch vorgeschriebenen Querschnitt zu geben, und geschieht auf folgende Weise.

Der von seiner Rinde befreite Stamm wird in — wenigstens annähernd — horizontaler Lage auf Blöcke oder eine andere passende Unterlage gebracht und festgeklammert. Letzteres geschieht mittels der sogenannten Klammerhaken, Fig. 2, deren Spitzen meißelartig zugeschärft sind, so daß sich die Schneiden unter rechten Winkeln kreuzen, damit die Spitzen in zwei rechtwinklig übereinanderliegende Hölzer so eingeschlagen werden können, daß die Schneiden derselben zwischen die Längsfasern des Holzes eindringen, ohne sie zu zerschneiden. Der festliegende

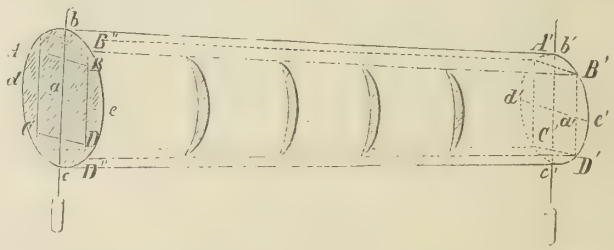
Fig. 2.



Stamm wird nun an beiden Enden mittels der „zweimännigen“ Schrotsäge, normal zu seiner Achse, abgeschnitten und auf den entstandenen Schnitt- oder Hirnflächen werden die Mittelpunkte bestimmt.

Das stärkere Ende eines Baumstammes heißt sein Stock-, Stamm- oder großes Ende, das schwächere das Zopf-, Wipfel- oder kleines Ende. An diesen beiden Enden muß nun die Figur des Querschnitts des zu beschlagenden Holzes so aufgezeichnet werden, daß beide korrespondirend liegen, d. h. beide gleich vorausgesetzt, sich decken. Man erreicht dies mit Hilfe des Bleilots und des Winkeleisens. Sind a und a′, Fig. 3, die Mittelpunkte der Hirnflächen am Stamm- und Zopfende, so bestimme man mit Hilfe des Bleilots (Senkels) auf denselben zwei lotrechte Linien bc und b′c′, die durch die Mittelpunkte gehen und welche daher beide in einer, durch die Achse des Stammes gehenden Vertikalebene liegen; zieht man nun mittels des Winkeleisens durch a und a′ zwei auf bc und b′c′ senkrechte Linien de und d′e′, so kann man dieselben als die

Fig. 3.



Schnitte einer wagerechten, durch die Achse des Stammes gehenden Ebene ansehen, und man ist im stande, mittels der gezogenen Linien jede beliebige Querschnittsfigur unter den angeführten Bedingungen zu zeichnen.

—

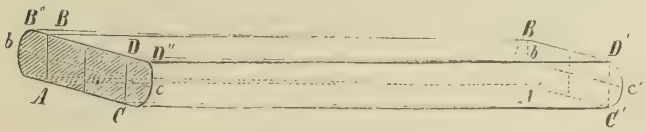
Soll der Stamm in seiner ganzen Länge prismatisch beschlagen werden, so daß also sein Querschnitt überall derselbe ist, so muß dieser sich natürlich vollständig auf das Zopfende aufzeichnen lassen; A′B′C′D′, Fig. 3, sei dieser Querschnitt und ABCD die korrespondirende Figur am Stammende, welche nun innerhalb des Umfangs liegen wird. Jetzt muß der Stamm „abgeschnürt“, d. h. es müssen auf seiner Oberfläche diejenigen Linien gezogen werden, nach welchen der Zimmermann das überflüssige Holz forthaut. Zu diesem Zwecke verlängert man die Linien AC und BD, Fig. 3, bis an den Umfang des Stammes bei B″ und D″. Hält man nun (angenommen die Punkte A′B′C′D′ liegen im Umfange selbst) an B″ und B′ eine gefärbte und gespannte Schnur, so läßt sich zwischen beiden Punkten eine Linie abschnüren, die auf der Oberfläche des Stammes liegt und welche die Spur bezeichnet, in welcher eine durch

B′D′ und BD gelegte Ebene die Mantelfläche des Baumstammes schneidet.

Das Beschlagen selbst geschieht nun auf folgende Weise. An der Seitenfläche des Stammes werden keilförmige Kerben, in etwa 0,60—0,75 m Entfernung von einander, mit der Axt eingehauen, so daß die tiefsten Linien der Kerben die Schnurschläge B″B′D″D′, Fig. 3, nicht ganz berühren, und dann die Schwarte zwischen den Kerben ebenfalls mit der Axt abgespalten. Die nun noch rauhe Fläche wird mit dem Breitbeil ebener gehauen oder „abgebeilt" und dadurch die eine Seite des Stammes vollendet.

Sind auf diese Weise zwei einander gegenüberliegende Seiten bearbeitet, so wird der Stamm umgekantet, d. h. eine der beschlagenen Seiten nach oben gebracht, so daß die früher lotrechten Linien bc und b′c′ jetzt wagerecht liegen, wie Fig. 4 dies zeigt, und dann das Abschnüren der beiden anderen Seiten vorgenommen. Soll dabei das Holzstück in

Fig. 4.



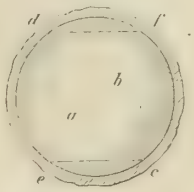
seiner ganzen Länge prismatisch, also überall von gleichem Querschnitt werden, so müssen die Linien BB′ und DD′ abgeschnürt und danach die Schwarten DD′CC′ fortgehauen werden.

Sehr oft ist nun aber eine prismatische Gestalt nicht erforderlich, und es genügt, wenn zwei Seiten des beschlagenen Holzes einander parallel laufen (wie z. B. bei freiliegenden Balken), dann sucht man den Querschnitt am Stammende so groß als möglich zu bekommen und beschlägt die beiden übrigen Seiten nach Schnurschlägen B″B′ und D″D′, die aber natürlich, wenn das Holz überall vollkantig sein soll, ganz auf die Fläche B″D″B′D′ fallen müssen. Zuweilen beschlägt man überhaupt nur zwei Seiten, die einander gegenüber liegen, und es kann Fälle geben, in welchen nur eine Seite zu beschlagen nötig ist.

Man sieht, daß das Beschlagen selbst eine sehr einfache Operation, und auch das Aufzeichnen der Querschnittsfiguren an den Hirnflächen mit den allereinfachsten geometrischen Hilfsmitteln auszuführen ist. Etwas anderes aber ist es, das Beschlagen so vorteilhaft als möglich, d. h. so vorzunehmen, daß aus jedem Stamme der größtmögliche Nutzen gezogen wird. Alle hierher gehörigen Fälle aufzuführen, ist nicht wohl thunlich, und nur einige der hervorragendsten wollen wir besprechen.

Soll z. B. aus einem gegebenen Stamme ein rechteckiger Balken von der größtmöglichen Tragkraft beschlagen werden, so lehrt uns die Theorie, daß sich die Breite desselben zur Höhe wie $1 : \sqrt{2}$, oder nahe genug wie 5 : 7 verhalten muß. Dieser Querschnitt wird erlangt, wenn man (den Stamm kreisrund vorausgesetzt) einen Durchmesser in der Hirnfläche Fig. 5 zieht, diesen in drei gleiche Teile teilt, in den beiden Teilpunkten a und b nach entgegengesetzten Seiten Perpendikel ac und bd bis an den Umfang errichtet und dann das Rechteck cedf vollendet. Soll dagegen der Balken der am wenigsten beugbare sein,

Fig. 5.



so muß sich seine Breite zur Höhe wie $1 : \sqrt{3}$, oder nahe genug wie 4 : 7 verhalten, und man erhält diesen Querschnitt, wenn man in Fig. 5a den Durchmesser ad in vier gleiche Teile teilt, in den Teilpunkten b und c Senkrechte errichtet, diese bis an die Peripherie verlängert und dann das Rechteck efgh vollendet. Ist es nun zugleich Bedingung, daß der Balken durchaus prismatisch gestaltet sei, so bleibt nichts übrig, als einen der eben beschriebenen Querschnitte an dem Zopfende des Stammes aufzuzeichnen und danach den Balken zu beschlagen. Diese Bedingung findet aber sehr oft nicht statt, und es genügt in vielen Fällen, wenn der Balken überall nur gleihe Höhe hat, so daß seine Seitenflächen divergiren dürfen. In diesem Falle verfahre man auf folgende Weise: Nachdem am Zopfende des Stammes der größtmögliche Querschnitt abcd, Fig. 6, nach Fig. 5 oder 5a aufgezeichnet worden, ziehe

Fig. 5a.

Fig. 6.

man am Stammende, Fig. 6, diesem Querschnitte gemäß die beiden wagerechten Linien c′d′ und a′b′ bis an den Umfang, so daß die Entfernung derselben voneinander gleich der Höhe h des Querschnitts am Zopfende wird; alsdann schnüre man die Linien b′b und d′d ꝛc. ab und beschlage hiernach den Stamm, welcher nun an beiden Enden gleiche Höhen h, aber verschiedene Breiten b und B haben wird.

Sollen aus einem Stamme mehrere Hölzer von verschiedenen Querschnitten beschlagen werden, so ist es begreiflich am vorteilhaftesten, die schwächeren am Zopf- und die stärkeren am Stammende zu nehmen, und dabei den Baum

nach einem Querschnitte nicht weiter zu beschlagen, als dies die Längen der erforderlichen Hölzer nötig machen, dann abzusetzen und einen stärkeren Querschnitt anzufangen,

Fig. 7.

so daß ein solcher Stamm etwa die in Fig. 7 gezeichnete Gestalt erhält.

Bisher wurden die Stämme immer gerade und kreisrund vorausgesetzt; beides ist aber sehr oft nicht der Fall, und dann ist darauf zu achten, daß bei einer elliptischen Gestalt des Querschnitts die große Achse in die Richtung der Höhe des Balkens gebracht wird; und ist der Baum gekrümmt und soll ein Holz, dessen relative Festigkeit in Anspruch genommen wird, daraus gebildet werden, so muß die konvexe Seite nach oben gerichtet sein. Gewöhnlich ist bei gekrümmten Hölzern die konvexe Seite die der Wetterseite zugekehrt gewesene und daher festere, weshalb diese immer dorthin gerichtet sein muß, woher die auf die Biegung des Holzstücks wirkende Kraft kommt; ein Umstand, der auch bei geraden Hölzern zu beachten ist.

Wir haben seither nur rechteckige Querschnitte der zu beschlagenden Hölzer betrachtet, weil dies der am meisten vorkommende Fall ist, doch kommen auch andere Querschnitte war, besonders bei Dachpfetten und dergleichen Hölzern, bei welchen meistens Querschnitte verlangt werden, die ein Trapez, oder auch wohl ein unregelmäßiges Vieleck bilden. In diesen Fällen müssen die Stämme in der Regel auf ihre ganze Länge prismatisch beschlagen werden, und es kann nicht schwer fallen, die erforderlichen Figuren auf den Hirnenden der Stämme aufzuzeichnen, wobei man natürlich von dem Zopfende des Stammes ausgehen muß.

§ 2.

Das Schneiden.

Das Zurichten der Hölzer mittels der Säge oder das Schneiden derselben geschieht, wie schon erwähnt, entweder aus freier Hand oder auf besonderen Maschinen, den Schneidemühlen. Bei dem Schneiden aus freier Hand wird der Stamm entweder auf ein mannshohes Gerüst gebracht oder über einer Grube befestigt, so daß immer ein Arbeiter, der die Säge führt, oben auf dem Stamme steht und ein oder zwei Arbeiter, welche die Säge ziehen, unterhalb des Stammes Platz haben. Das Schneiden über einer Grube erspart das oft beschwerliche Heben der Hölzer, hat aber die Unbequemlichkeit, daß sich in der Grube Wasser sammelt, wenn sie nicht etwa eine solche Lage hat, daß dieses abgeleitet werden kann; und daß man mit der Arbeit an einen bestimmten Platz gebunden ist, was nur dann ohne Nachteil sein kann, wenn viele Stämme an ein und demselben Orte geschnitten werden sollen.

Das Gerüst zum Schneiden besteht gewöhnlich aus einer einfachen Hebevorrichtung, ähnlich der sogenannten deutschen Heblade, und einem noch einfacheren Bocke. Erstere besteht aus zwei Teilen, deren jeder aus einer Kreuzschwelle, drei Pfosten oder Stielen und einem Buge oder Bande und einem Rahmstücke zusammengesetzt ist, wie Fig. 8 einen solchen zeigt. Die drei Pfosten sind in kurzen Zwischenräumen mit genau korrespondirenden, 9—12 cm im Quadrat großen Löchern versehen, in welche passende Hölzer gesteckt werden, um die Querhölzer, auf denen der zu schneidende Stamm ruht, zu tragen, wie dies Fig. 9 zeigt. Das andere Ende des Stammes ruht dann auf dem aus schwachen Hölzern zusammengeschlagenen Bocke B, Fig. 9. Die Art und Weise, wie die Hebevorrichtung zum Heben des einen Stammendes benutzt wird, ist dem bekannten Gebrauche der deutschen Heblade ganz ähnlich, und es mag daher das Weitere darüber dem mündlichen Vortrage überlassen bleiben.

Fig. 8.

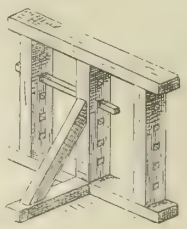


Fig. 9.

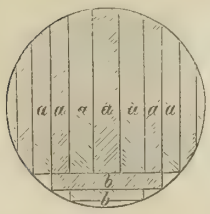
Das Schneiden geschieht wieder nach den auf den Hirnseiten des Stammes aufgezeichneten Querschnittsfiguren, über deren Aufzeichnung zu dem früher Gesagten nichts hinzuzufügen sein wird, sobald nur ein Stück aus dem Stamme geschnitten werden soll. Es ist nötig, daß der Stamm wenigstens auf der oberen Seite bewaldrechtet wird, damit der oben stehende Arbeiter sicher fußen kann. Ein Bewaldrechten der unteren Seite ist nicht durchaus notwendig, denn die sicherere Lage des Stammes auf seinen Unterlagen, die dadurch bezweckt wird, kann man auch durch untergeschlagene Keile und die doch nötigen Klammerhaken immer erreichen.

Sollen mehrere Stücke aus einem Stamme geschnitten werden, so erfordert die Anordnung der einzelnen Schnitte reifliche Überlegung, wenn der Abfall an Holz ein Minimum werden soll.

Alle hierbei möglichen Fälle können wir nicht aufführen, und müssen uns mit einigen allgemeinen Andeutungen begnügen.

Es wird immer vorteilhaft sein, die Stücke von größerem Querschnitte in die Mitte des Stammes, und die schwächeren an die Peripherie desselben zu legen. Ebenso wird es in den meisten Fällen vorteilhafter sein, keinen Schnitt durch die Achse des Stammes zu legen, wenn nicht gerade zwei Halbhölzer aus demselben gebildet werden sollen. Sind Dielen oder Bohlen zu schneiden, so schneidet man die stärkeren aus der Mitte, damit sie möglichst breit ausfallen. Oft kann man durch eine Anordnung, wie sie Fig. 10 zeigt,

Fig. 10.



Vorteile erreichen, weil nun die mit aa bezeichneten Dielen an einem, oder auch — wenn man dieselbe Anordnung auch oberhalb trifft — an beiden Enden gesäumt, „gestegt", erfolgen und das Holz, welches als einzelne Säume abfallen würde, jetzt noch einige schwächere Bretter bb giebt.

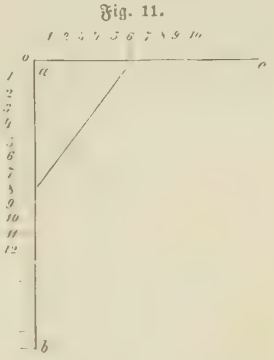
Die Zimmerleute, und noch mehr die Besitzer von Schneidemühlen, sind indessen in dieser Beziehung gewöhnlich sehr geübt, weil es ihr pekuniäres Interesse zu nahe berührt, wenn sie einen Baumstamm möglichst hoch verwerten, und wir würden diesen Gegenstand ganz unberührt gelassen haben, wenn der Baubeamte nicht öfter in den Fall käme, sogenannte Holzdesignationen für die Forstämter anfertigen zu müssen, wenn von diesen zu irgend einem Bauwesen Holz — natürlich immer in runden Stämmen — verabreicht wird. Es bleibt alsdann dem Baumeister nichts anderes übrig, als die erforderlichen Bauhölzer mit ihren Querschnitten möglichst vorteilhaft in die anzunehmenden — oft auch ihren Grenzen nach gegebenen — Baumstämme einzuzeichnen, um so letztere nach Anzahl, Stärke und Länge bestimmen zu können. Diese Arbeit ist zeitraubend und schwierig, und wir wollen daher einige Beispiele anführen, in welchen die aus einem Stamme zu schneidenden Hölzer angegeben sind, vorher aber noch folgende Bemerkung einschalten.

Wenn man auch die erwähnte Holzdesignation auf das Sorgfältigste ausgearbeitet hat, so wird ein erfahrener Holzschneider die durch jene bezeichneten Stämme doch auch vorteilhafter benutzen können, weshalb folgendes Verfahren jedem Baumeister anzuraten ist. Man summire die kubischen Inhalte der erforderlichen (in einer Tabelle speziell aufgeführten) vollkantigen Hölzer, rechne hierzu, je nach Beschaffenheit der auszuführenden Konstruktionen, 5 bis 6 Prozent Verschnitt hinzu und subtrahire diese Summe von dem (immer größeren) Kubikinhalte der designirten runden Baumstämme. Den Rest aber rechne man dem ausführenden Zimmermann zum Brennholzwerte an, so daß dieser Betrag von seinem Arbeitsverdienst in Abzug gebracht wird, während ihm die aus dem Forste gelieferten Stämme zu freier Disposition gestellt werden, wofür er dann die erforderlichen Hölzer nach ihrem Querschnitt und ihrer Länge zu liefern hat.

Daß, wenn man aus einem Stamme nur einen rechteckig im Querschnitt gestalteten Balken zu schneiden oder zu beschlagen hat, man dann leicht den erforderlichen Durchmesser des Stammes aus den bekannten Seiten des Querschnitts berechnen kann, ist einleuchtend. Statt dieser Rechnung ist es aber viel bequemer, sich durch untenstehende Figur die Rechnung ganz zu ersparen.

Teilt man nämlich die beiden rechtwinklig aufeinander gezogenen Linien ac und ab, Fig. 11, in kleine gleiche Teile und nimmt diese als Centimeter ꝛc. an, so darf man nur die dem Querschnitte zu gebenden Seiten auf ab und ac aufsuchen; es seien dies 6 und 8, so giebt die gerade Verbindungslinie der mit diesen Zahlen bezeichneten Punkte den Durchmesser des benötigten Stammes, welchen man sogleich auf einer der geteilten Linien genau genug messen kann.

Fig. 11.



§ 3.

Verwerten der Stämme.*)

Nach den „Bestimmungen über Einführung gleicher Holzsortimente und einer gemeinschaftlichen Rechnungseinheit für Holz im Deutschen Reiche" wird das Stammholz in folgender Weise allgemein sortirt:

a. Eichen in 4 Klassen.

1. Holländer, Wellbäume, ausgezeichnetes glattes Sägholz.
2. Säg- und Bauholz.
3. Rauhes Sägholz, gewöhnliches Bauholz, Eisenbahnschwellen.
4. Geringes Bau- und Handwerksholz.

(Das übrige Laubholz wird nicht in Klassen geteilt.)

b. Nadelholzstämme in 5 Klassen.

1. Mindestens 18 m lang und einen Durchmesser von 30 cm
2. „ 18 „ „ „ „ „ „ 22 „
3. „ 16 „ „ „ „ „ „ 17 „
4. „ 8 „ „ „ „ „ „ 14 „
5. Schwächeres Stammholz bis zur Stangenholzstärke, deren Grenze bei 14 cm Durchmesser, 1 m oberhalb des Abhiebs gemessen, beginnt.

*) Das „Verwerten der Stämme" verdanken wir der gefälligen Mitteilung unseres Kollegen Schuberg, Professor an der Forstschule.

c. Nadelholzklötze in 5 Klassen, $4^1/_2$ bis mit 17 m lang.

1. Spaltklötze.
2. Sägklötze I. (besserer),
3. Sägklötze II. (geringerer) Sorte.
4. Lattenklötze.
5. Eisenbahnschwellen.

Von den Stangen soll die stärkste Sorte (Bauholzstange) mindestens 12 m Länge und einen Durchmesser von mindestens 11 cm bei 1 m oberhalb des Abhiebs haben.

Das Einheitsmaß für 1 Kubikmeter feste Holzmasse, worin der Kubikinhalt des Stammholzes, der Klötze und Stangen ausgedrückt wird, heißt das „Festmeter". —

Jene Nutzholzsorten, bei welchen die natürliche Dimension der Dicke des Baumes ganz oder nahezu ungeschmälert bleibt, pflegt man als „Ganzholz" zu bezeichnen. Es ist entweder

A. Rundholz (wenn es in der natürlichen Rundung zur Verwendung kommt, wie Wellbäume, Säulenholz, Pfahlholz ꝛc.) oder

B. Kantiges oder Eckholz (wenn die Form durch vier Beschlagflächen mittels Beil oder Säge begrenzt wird, Balken, Sparren, Pfetten ꝛc.). —

Jene Nutzholzsorten, welche durch Längsteilung der Baumschäfte mittels der Säge sich ergeben, pflegt man Schnittnutzholz oder „Schnittholz" zu nennen. Man unterscheidet gewöhnlich

1. Kantiges Schnittholz.
   a. Balken- und Sparrenholz (teilweis noch dem kantigen Ganzholze angehörig), 7—14 m lang, 15 auf 18 cm (kürzer: $^{15}/_{18}$ cm), $^{17}/_{20}$, $^{19}/_{22}$, $^{19}/_{24}$ cm oder in ähnlichen Verhältnissen scharfkantig zugerichtet.
   b. Säulen-, Rahmen-, Stollenholz (Rahmschenkel ꝛc.), $2^1/_2$ bis 6 m lang, ganz oder nahezu quadratisch im Querschnitte, $^5/_5 \ldots {}^7/_7$, $^7/_{10}$, $^7/_{12}$, $^{10}/_{10}$, $^{10}/_{12}$, $^{12}/_{12}$ cm.
   c. Latten (aus dem Zersägen von Brettern), 3—6 m lang, gewöhnlich 2—3 cm dick, 4—5 cm breit. Spalierlatten 1,2/2,5 cm und $^2/_2$ cm stark. Gipslatten, Plafondlatten, meistens nicht über 1 cm stark, bis herab zu 0,3 m Länge verwendbar.
2. Breites Schnittholz.
   a. Bohlen, Planken, 3—7 m lang, 5—10 cm dick (ausnahmsweise bis 15 cm), in jeder durch die Baumstärke zulässigen Breite, bis 40 cm.
   b. Bretter, Borde, Dielen, von a. vorzüglich durch die geringere Dicke unterschieden, in der Länge nach Gegenden verschieden, meistens 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 6 m lang, gewöhnlich von 1—5 m, in Abstufungen von $^1/_2$ cm, dick und 14—34 cm, im Handel von 2 zu 2 cm zunehmend, breit.

Die Ausmaße in der Breite sind entweder streng von Kante zu Kante zu nehmen (scharfkantige, „gesäumte" oder

Bei einem mittleren Durchmesser von Centimetern:																		
	20		25		30		35		40		45		50		55		60	
	folgende Kubikinhalte in Kubikmetern:																	
Länge in Metern.	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
5	0,16	0,10	0,25	0,16	0,35	0,22	0,48	0,31	0,63	0,40	0,80	0,51	0,98	0,62	1,19	0,76	1,41	0,90
6	0,19	0,12	0,29	0,19	0,42	0,27	0,58	0,37	0,75	0,48	0,95	0,61	1,18	0,75	1,43	0,91	1,70	1,08
7	0,22	0,14	0,34	0,22	0,49	0,31	0,67	0,43	0,88	0,56	1,11	0,71	1,37	0,87	1,66	1,06	1,98	1,26
8	0,25	0,16	0,39	0,25	0,57	0,36	0,77	0,49	1,01	0,64	1,27	0,81	1,57	1,00	1,90	1,21	2,26	1,44
9	0,28	0,18	0,44	0,28	0,64	0,40	0,87	0,55	1,13	0,72	1,43	0,91	1,77	1,12	2,14	1,36	2,54	1,62
10	0,31	0,20	0,49	0,31	0,71	0,45	0,96	0,61	1,26	0,80	1,59	1,01	1,96	1,25	2,38	1,51	2,83	1,80
11	0,35	0,22	0,54	0,34	0,78	0,49	1,06	0,67	1,38	0,88	1,75	1,11	2,16	1,37	2,61	1,66	3,11	1,98
12	0,38	0,24	0,59	0,37	0,85	0,54	1,15	0,73	1,51	0,96	1,91	1,21	2,36	1,50	2,85	1,81	3,39	2,16
13	0,41	0,26	0,64	0,41	0,92	0,58	1,25	0,80	1,63	1,04	2,07	1,32	2,55	1,62	3,09	1,96	3,68	2,34
14	0,44	0,28	0,69	0,44	0,99	0,63	1,35	0,86	1,76	1,12	2,23	1,42	2,75	1,75	3,33	2,11	3,96	2,52
15	0,47	0,30	0,74	0,47	1,06	0,67	1,44	0,92	1,88	1,20	2,39	1,52	2,95	1,87	3,56	2,27	4,24	2,70
16	0,50	0,32	0,79	0,50	1,13	0,72	1,54	0,98	2,01	1,28	2,54	1,62	3,14	2,00	3,80	2,42	4,52	2,88
17	0,53	0,34	0,83	0,53	1,20	0,76	1,64	1,04	2,14	1,36	2,70	1,72	3,34	2,12	4,04	2,57	4,81	3,06
18	0,57	0,36	0,88	0,56	1,27	0,81	1,73	1,10	2,26	1,44	2,86	1,82	3,53	2,25	4,28	2,72	5,09	3,24
19	0,60	0,38	0,93	0,59	1,34	0,85	1,83	1,16	2,39	1,52	3,02	1,92	3,73	2,37	4,51	2,87	5,37	3,42
20	0,63	0,40	0,98	0,62	1,41	0,90	1,92	1,22	2,51	1,60	3,18	2,02	3,93	2,50	4,75	3,02	5,65	3,60
21					1,48	0,94	2,02	1,29	2,64	1,68	3,24	2,13	4,12	2,62	4,99	3,17	5,94	3,78
22							2,12	1,35	2,76	1,76	3,50	2,23	4,32	2,75	5,23	3,32	6,22	3,96
23									2,89	1,84	3,66	2,33	4,52	2,87	5,46	3,47	6,50	4,14
24											3,82	2,43	4,71	3,00	5,70	3,62	6,79	4,32
25															5,94	3,78	7,07	4,50

„gestegte“ Schnitthölzer), oder es wird die natürliche Begrenzung der Stammrundfläche zugelassen („wahnkantige“, „wahnige“ Bretter ꝛc.). Hiernach ist das Ergebnis an Waren vom aufgearbeiteten Stamme sehr verschieden groß. Ebenso bei allem Gebälke.

Über die Zahl und den Kubikinhalt der aus den Baumstämmen verschiedener Dimensionen gewinnbaren Rund-, Kant- oder Schnittholzsortimente geben besonders aufgestellte Tafeln, deren in neuerer Zeit eine große Anzahl im Drucke erschienen ist, genaue Auskunft.

Da bei nahezu kreisrunder Querschnittsfläche eines Stammes vom Radius r für den scharfkantigen quadratischen Beschlag die Quadratseite $s = r\sqrt{2}$, und die Rundfläche $q = \pi r^2$ ist, so verhält sich der Kubikinhalt des größten quadratisch beschlagenen Balkens, welcher sich vom Stockende bis zum Gipfelende ebenso wie der Baumstamm verjüngt, zum Kubikinhalte des letzteren wie 100 : 63,7; welches Verhältnis das des Kreises zu dem des eingeschriebenen Quadrats ist. Da ferner der kubische Inhalt der meisten Baumstämme annähernd richtig bestimmt wird, wenn man ihren Querschnitt, welchen sie inmitten ihrer halben Länge besitzen, mit letzterer vervielfacht, so werden die in vorstehender Tabelle mit a bezeichneten Baumstämme und die daraus herstellbaren Balken b der größtmöglichen quadratischen Grundfläche folgende Kubikinhalte in Kubikmetern haben (s. vorstehende Tabelle).

Fig. 12.

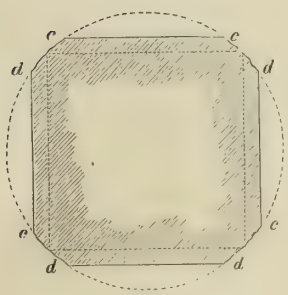
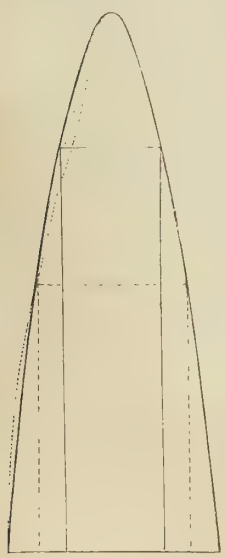


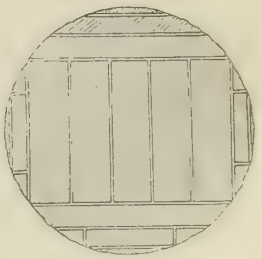
Fig. 13.



Giebt man dagegen beim Beschlag eine Wahnkante von einer gewissen Breite cd, Fig. 12, zu, um Balken von größerer Tragkraft zu gewinnen, so werden die Stämme besser ausgenutzt und fallen beim Zugeben einer breiteren Wahnkante um so weniger Prozentteile des Stamminhaltes in die Späne oder Schwarten.

Ist aus den Stämmen ein Gebälke herzurichten, dessen beide Enden gleich stark sein müssen, so wird für dessen erreichbare Stärke das dünne Stammende (sog. Ablaßstärke) maßgebend und fallen wegen der paraboloisch ausgebauchten Stammform desto größere Kubikteile des Stammes in die Späne oder Schwarten, je längere derartige Balkenstücke aus einem Stamme herzurichten sind. Wieviel alsdann verloren geht oder (beim Zurichten des Gebälkes mittels der Säge) zu anderer Verwendung übrig bleibt, z. B. zu Borden, Dielen, Latten, dies hängt ab von der Wuchsform des Baumes, welche nach Holzart, Baumalter, Standort u. a. schwankt und selten ganz regelmäßig sich bis nach oben verjüngt, daher, wie Fig. 13 andeutet, je nach der Länge der Stammabschnitte und der Einteilung der Schnitte an Nutzholz viel gewonnen werden oder verloren gehen kann. Der geringste Verlust entsteht beim rechteckigen Beschlag (Fig. 14) kürzeren Gebälkes mit der Säge, weil alsdann die beiden Seitenstücke noch wertvolle Schnittware liefern.

Fig. 14.



Bei allen Veranschlagungen im großen wird am sichersten zur Bemessung der für die verschiedenen Rund-, Kant- oder Schnitthölzer nach ihren Länge- und Stärkedimensionen nötigen Baumstämme jene mittlere Baumform unterstellt, bei welcher die Baumstärke (Durchmesser über dem Stockabschnitt)

bei starken, mittleren, schwachen Dimensionen
$\frac{1}{80}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{120}$ der ganzen Baumlänge
und die Verjüngung dieser Stärke nach oben in
$\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ der Baumhöhe
$= \sqrt{0{,}75}$ $\sqrt{0{,}50}$ $\sqrt{0{,}25}$ der unteren Stärke beträgt.
(d. i. 0,87 0,71 0,50.)

Insbesondere beim Zerlegen von Sägklötzen (Blöchen, Blöcken) durch den Sägeschnitt in gröbere und feinere Schnittwaren ist die richtige Einteilung für die ergiebigste Ausnutzung von großem Belang.

So giebt z. B. ein Bloch von 30 cm Durchmesser „am Ablaß“:

12 Stück wahnkantige 2 cm starke Bretter von 17—30 cm Breite, „gesäumt“ auf je 1 m Blochlänge 2,80 qm Schnittfläche,
nebst 2 Schwarten;
oder:

8 Stück wahnkantige 3 cm starke Bretter von 18—30 cm Breite, „gesäumt“ auf je 1 m Blochlänge 2,00 qm Schnittfläche,
nebst 2 Schwarten;
oder:

6 Stück wahnkantige 4 cm dicke Bretter, 17—30 cm breit, gesäumt zusammen 1,40 qm Schnittfläche auf 1 m Blochlänge,
nebst 2 geringen Schwarten;
oder auch:

6 Stück gesäumte 4 cm dicke, 16 cm breite Bretter,
2 „ wahnkantige 3 „ „ 22 „ „ „
2 „ „ 2 „ „ 13 „ „ „
nebst 2 geringen Schwarten;
oder statt dessen:
36 Stück 5 cm breite und 2 cm dicke saubere Latten,
8 „ desgl. wahnige „
nebst einigen Gipslatten oder dergl.

An Stelle der 3 oder 4 cm starken Bretter können auch
4 Stück 16 cm breite u. 6 cm starke Bohlen,
2 „ 12 „ „ „ 5 „ „ wahnkantige Bohlen
nebst einigen schwachen Lättchen herausgeschnitten werden
u. s. w.

Um durch Konstruktion aus dem Querschnitte des schwächeren Endes die Zahl und Stärke der gewinnbaren Schnitthölzer mit einiger Sicherheit zu ermitteln, muß man die Stärke der gegenüblichen geschränkten Sägeblätter kennen, welche im Mittel 2 mm beträgt. Je mehr Schnitte geführt werden müssen (schwächere Schnittware), desto größer wird der Verlust. Bei den älteren dicken Sägeblättern sind bis über 10 Proz. der Blochmasse als Verlust zu rechnen, bei den neuen dünnen Gußstahlblättern höchstens 3 Proz.

Nicht selten haben die Baumstämme einen von der Kreisfläche mehr oder weniger abweichenden elliptischen oder durch exzentrischen Wuchs nahezu eiförmigen Querschnitt. In diesem Falle kann zwar durch geschickte Einteilung ein größerer Verlust vermieden werden, aber für Veranschlagungen empfiehlt es sich doch, die Menge der gewinnbaren Warensorten oder ihre Dimensionen nicht allzuhoch zu greifen.

Ob man die Hölzer durch das Beschlagen oder durch das Schneiden in die erforderliche Form bringen soll, hängt meistenteils von der örtlichen Gewohnheit ab, und es ist schwer, gegen diese anzukämpfen. Beide Methoden haben übrigens ihre Vor- und Nachteile, die wir hier, unter der Vorerinnerung, daß wir dabei nur die stärkeren, balkenartigen Hölzer im Auge haben, indem die feineren Sorten — mit Ausnahme der sog. Spaltlatten — immer geschnitten werden, wenigstens kurz andeuten wollen.

Zu den Vorteilen der beschlagenen Hölzer rechnen wir den Umstand, daß diese immer den Kern behalten und deshalb auch eine größere Anzahl ganzer unverletzter Jahresringe, die dem Holze jedenfalls mehr Tragkraft geben, als wenn dasselbe etwa seitwärts des Kernes aus dem Stamme geschnitten ist; ferner werden sich beschlagene Hölzer weniger leicht verziehen und werfen, wohl aber zum Reißen geneigt sein. Ein Nachteil ist aber der Verlust durch den Abfall in Form von Spänen, während beim Schneiden noch brauchbare Stücke und Schwarten erfolgen. Dann werden, besonders bei schwächeren Stücken (Sparren z. B.), beim Beschlagen unausgewachsene Stämme verwendet, deren Holz noch nicht die gehörige Reife und Dauer hat, wodurch das Heranwachsen großer Stämme seltener wird. Solches unreife Holz ist aber dem Wurmfraße und dem Schwamme mehr ausgesetzt, als das gehörig ausgewachsene. Das geschnittene Holz giebt für die schwächeren Verbandstücke, wenn diese, wie es sein soll, aus stärkeren Stämmen durch das Trennen derselben gewonnen sind, dauerhafteres, ausgewachsenes Holz, welches sich freilich aber gern wirft, d. h. krumm wird. Das Schneiden der Hölzer gewährt den Vorteil der besten Benutzung eines Stammes, und endlich lassen sich geschnittene Hölzer, ihrer regelmäßigeren Gestaltung wegen, bequemer „abbinden", und die dargestellten Konstruktionen haben ein eleganteres Ansehen.

Eine andere Zubereitung der Hölzer, durch das Biegen derselben, gehört, im größeren Maßstabe ausgeführt, fast ausschließlich in den Brückenbau, wenn es auch bei der Anfertigung verzahnter Balken ꝛc. im Hochbauwesen ebenfalls Anwendung findet. Wir wollen daher Ersteres, was besondere Anstalten erfordert, hier ganz übergehen, und das Letztere, wenn von den verzahnten Balken die Rede ist, erwähnen.

Zweites Kapitel.

Die einfachen Holzverbindungen.

§ 1.

Einteilung.

Fast eine jede Holzkonstruktion besteht aus mehreren Stücken, deren Anzahl oft durch die bedingte Form des darzustellenden Gegenstandes, oft aber auch durch die Gestalt und Größe der disponiblen Hölzer bestimmt wird. Hierdurch wird sehr oft der Keim der Wandelbarkeit in die Konstruktion gepflanzt, und um so mehr, aus je mehr einzelnen Stücken dieselbe zusammengesetzt ist. Um diesen in der Natur der Sache liegenden Übelstand möglichst unschädlich zu machen, sucht man die Zusammensetzungen der einzelnen Stücke so fest als möglich zu machen und hat zu diesem Zwecke eine Menge der verschiedensten Zusammensetzungen von Hölzern erdacht, die man allgemein unter dem Namen der Holzverbindungen zusammenfaßt. Um in die ziemlich große Menge verschiedener Verbindungen einige Ordnung zu bringen, wollen wir dieselbe nach den zunächst beabsichtigten Zwecken einzuteilen suchen.

Diese Zwecke können sein:

1) Verlängerung der Hölzer;
2) Verstärkung derselben, und zwar:
   a) Verdickung,
   b) Verbreiterung;

3) Verknüpfung der Hölzer, d. i. Knotenbildung oder Verbindung zweier, sich in ihren Richtungen kreuzender Hölzer.

Hierbei können die Hölzer entweder

a) in einer Ebene, oder

b) in verschiedenen Ebenen liegen,

und entweder reichen beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinaus, oder nur eines derselben, oder keines.

Der Scharfsinn der Holzarbeiter hat zum Teil sehr künstliche Verbindungen erfunden, nur sind leider die künstlichen gemeinhin auch diejenigen, welche am wenigsten in der Praxis brauchbar sind. Wir wollen daher auch nur die wirklich brauchbaren derselben infolge der eben gemachten Erfahrung kennen lernen.

Diese Verbindungen sind nun teils unmittelbare, d. h. solche, wo nur die Holzstücke selbst die Verbindung bewirken, oder mittelbare, bei denen die eigentliche Verbindung durch Hilfsstücke: Nägel, Bolzen, Klammern 2c. bewirkt wird. Da diese Hilfsstücke sehr oft vorkommen, so wird es am angemessensten sein, zuerst einige Worte über dieselben anzuführen.

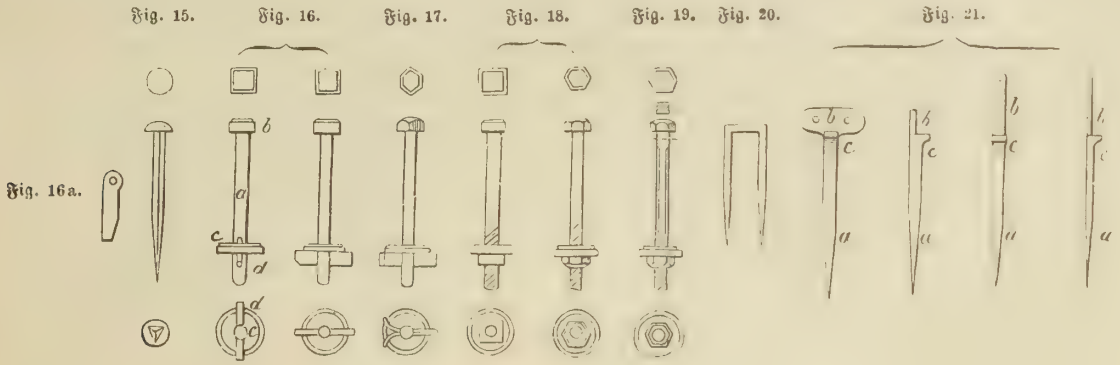
§ 2.

Hilfsmittel.

Die Nägel sind ihrer Form nach so verschieden, im allgemeinen aber auch so bekannt, daß wir über dieselben nichts weiter zu sagen brauchen, als daß man gewöhnlich annimmt, ein Nagel müsse dreimal so lang sein, als das anzunagelnde Holz dick ist.

Die Splintbolzen bestehen aus einem Schafte a, dem Kopfe b, der Unterlagsscheibe c und dem Splint d (Fig. 16). Der Schaft kann rund oder eckig im Querschnitte sein. Der Kopf ist gewöhnlich quadratisch und so dick als der Schaft, oft aber auch sechseckig gestaltet. Die Unterlagsscheibe ist rund oder eckig, aus starkem Sturzblech, mit einem Loch in der Mitte gestaltet, und hat den Zweck, das Eindringen des Splints in das Holz zu hindern. Letzterer hat zuweilen die in Fig. 16 a dargestellte Form, besonders dann, wenn er öfter entfernt werden soll, und es ist dann wohl in dem in seinem Kopfe befindlichen Loche eine Schnur oder kleine Kette befestigt, so daß er nicht verloren gehen kann. Soll der Splint aber gegen ein mögliches Herausfallen geschützt werden, so biegt man denselben nach Fig. 17 so zusammen, daß er doppelt erscheint, und treibt, nachdem er eingesteckt worden, die unteren Teile auseinander, wodurch da Herausfallen verhindert wird. Die Splintbolzen werden dort nicht angewendet, wo ein festes Zusammenziehen der durch sie verbundenen Holzstücke die Absicht ist, sondern nur da, wo sie ein Entfernen der verbundenen Teile von einander in einer Richtung senkrecht auf die des Bolzens unmöglich machen, eine Drehung um den Bolzen als Achse aber nicht verhindern sollen. Man hat darauf zu sehen, daß das zur Aufnahme des Splints in den Schaft geschlagene Loch so weit vom Ende des letzteren entfernt bleibt, daß ein Ausreißen desselben nicht zu befürchten ist.

Der Schraubenbolzen, Fig. 18, besteht aus denselben Teilen, wie der Splintbolzen, nur fehlt ihm Schaft das Splintloch, an dessen Stelle die Schraubenspindel



Die Bolzen unterscheiden sich in Spitzbolzen, Splintbolzen und Schraubenbolzen. Die Spitzbolzen sind eigentlich nichts anderes, als große starke Nägel, entweder mit rundem, rechteckigem, oder dreieckigem Schaft, und mit Kopf und Spitze versehen. Die Bolzen mit dreieckigem Schafte benutzt man gern, wenn sie in das Hirnholz eines Verbandstücks eingetrieben werden sollen, weil sie in demselben fester haften, als die mit rundem oder rechteckigem Schafte; Fig. 15 zeigt einen solchen Spitzbolzen.

tritt, und statt des Splints ist eine Schraubenmutter erforderlich. Hinsichtlich des Schafts ist nichts Besonderes zu bemerken, wohl aber in Beziehung auf die Verbindung desselben mit dem Kopfe. Die Schraubenbolzen haben nämlich sehr oft einer großen Spannung ihrer Länge nach zu widerstehen und deshalb muß die erwähnte Verbindung eine möglichst innige sein. Gewöhnlich werden die Köpfe angeschweißt, d. h. ein nach der Gestalt des Kopfes geformtes Eisen wird mit einem Loche versehen, durch dieses der Schaft

gesteckt, beides dem Feuer ausgesetzt und dann durch Hämmern mit einander verbunden. Wenn diese Manipulation mit der gehörigen Vorsicht aufgenommen wird, so gewährt sie allerdings große Festigkeit, doch ist die angewendete Sorgfalt nach der Fertigung schwer oder gar nicht zu beurteilen, und man thut daher besser, in den nicht seltenen Fällen, in welchen von der Haltbarkeit eines Bolzens oft die ganze Konstruktion abhängig ist, die Köpfe *anstauchen* zu lassen, d. h. sie auf dieselbe Weise bilden zu lassen, wie der Nagelschmied den Kopf des Nagels bildet. Hierbei muß der Bolzen öfter ins Feuer gebracht werden, auch erfordert er mehr Eisen und wird daher teurer; doch aber muß man bei wichtigen Bolzen darauf bestehen, wenn man nicht etwa lieber statt des Kopfes eine zweite Schraubenmutter anbringen will, die dann aber auch eine zweite Unterlagsscheibe erfordert. Die *Schraubenmutter* hat etwa eine Stärke gleich dem Durchmesser des Schaftes, wenigstens sollte sie nicht weniger haben, und man hat darauf zu sehen, daß die Gewinde sowohl in der Mutter, als an der Schraubenspindel gehörig tief und rein geschnitten sind; auch muß die Schraubenspindel gehörig rund sein und die erforderliche Länge haben. Kopf und Mutter macht man gern sechseckig, weil sie so bei geringerem Gewichte dieselbe Haltbarkeit besitzen, auch die letztere bequemer mit dem Schraubenschlüssel angezogen werden kann. Damit der Bolzen beim Anziehen der Mutter sich nicht dreht, wird der eckige Kopf desselben gewöhnlich in das Holz eingelassen, und dann ist hier eine Unterlagsscheibe, die zwischen der Mutter und dem Holze nie fehlen darf, nicht nötig. Darf der Kopf nicht eingelassen werden und ist er klein, auch das Holz weich, so wird, um ein Eindrücken zu vermeiden, auch hier eine Scheibe untergelegt. Damit sich alsdann der Bolzen nicht drehe, wird oft der Teil des Schafts zunächst am Kopfe viereckig gestaltet, wie dies Fig. 19 zeigt.

In manchen Fällen kann man sich statt der Schraubenbolzen der wohlfeileren *Nietnägel* bedienen. Dieselben sind runde, mit einem Kopfe versehene Nägel ohne Spitze, aus gutem weichen Eisen verfertigt, zu denen eine ebenfalls runde *Nietscheibe* gehört, deren Loch aber nur eben so groß sein darf, daß der Schaft des Nagels hindurchgeht. Ist dieser Nagel durch die zu verbindenden Hölzer geschlagen, so wird die Nietscheibe aufgesteckt, das überflüssige Eisen abgehauen und das abgehauene Ende durch die bekannte Manipulation umgenietet. Diese Verbindung ist beim Schiffsbau nicht ungewöhnlich und gewährt eine große Festigkeit.

Für alle *Bolzen* muß ein Loch gebohrt werden, und man hat darauf zu sehen, daß der Durchmesser desselben weder zu groß noch zu klein wird. Im ersteren Falle würde der Bolzen schlottern und ein Verschieben der verbundenen Hölzer nicht vollständig verhüten, im letzteren Falle aber müßte der Bolzen mit großer Gewalt eingetrieben werden, wodurch der Kopf desselben Schaden leiden könnte.

Spitzklammern oder *Krampen* sind mehr oder weniger lange und starke Eisenstücke, mit zwei gewöhnlich rechtwinklig umgebogenen, oft eingehakten, d. h. mit Widerhaken versehenen Spitzen, wie Fig. 20 eine solche zeigt. Sie dienen zuweilen zur Verbindung zweier Hölzer, oft aber auch dazu, um eine auf das Holz gelegte Eisenschiene in ihrer Lage zu befestigen (z. B. bei Hängeeisen ꝛc.).

Bankstifte hat man ebenfalls von verschiedener Größe und wendet sie meistens da an, wo zwei sich kreuzende Hölzer aneinander, oder auch ein Holz an einer Mauer oder dergleichen befestigt werden soll. Sie bestehen aus dem Dorn a (Fig. 21) und dem Lappen b. Ersterer von viereckigem Querschnitte, wird in das eine Holz oder in die Mauer getrieben, und hat daher bei c einen Ansatz, um hierauf die Hammerschläge zu führen; in dem Lappen sind einige Löcher angebracht, um durch hindurchgeschlagene Nägel oder durch Holzschrauben die Befestigung des andern Holzstückes zu bewirken.

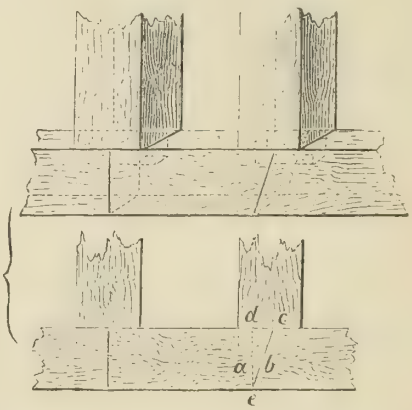
§ 3.

Die Verlängerung der Hölzer.

Die Verlängerung der Hölzer kann unter verschiedenen Umständen stattfinden; einmal in Beziehung auf die Lage der Hölzer, ob diese nämlich horizontal, geneigt oder senkrecht ist; dann ob von der Verbindung ein Widerstand gegen Pressung, gegen Zug oder gegen Verbiegung gefordert wird, nach welchen Anforderungen sich die Art der Verbindung richtet.

Der gerade Stoß, Fig. 22, wird bei horizontal liegenden Hölzern da angewendet, wo weder eine Verbiegung,

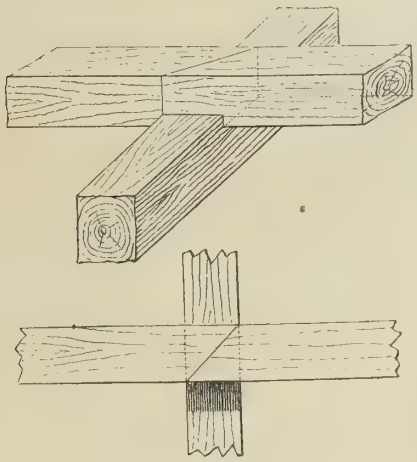
Fig. 22.



noch eine Spannung in den verbundenen Hölzern eintreten kann, auch nicht das eine Holz an dem andern eine Stütze finden soll. Er kommt daher z. B. bei Wandschwellen vor, und muß dann immer unter einem Pfosten liegen, weshalb dieses Verbandstück in der Figur mit angedeutet wurde.

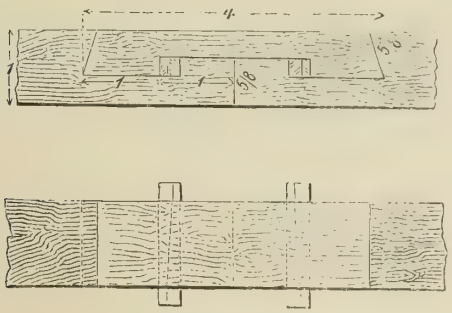
Der schräge Stoß, Fig. 22, hat vor dem vorigen keine anderen Vorzüge, als daß das Holz a auf dem Holze b einiges Auflager findet und daher teilweise von diesem getragen wird. Die Anwendung ist dieselbe wie beim geraden Stoße, und geschieht ebenfalls unter oder über einem Pfosten. Gewöhnlich wird die Schräge des Stoßes so bestimmt, daß sich die Seiten c d und d e wie 1 : 2 verhalten. Beide Verbindungen werden häufig durch eine über die Fuge geschlagene Klammer verstärkt. Der schräge Stoß findet besonders da Anwendung, wo zwei Balken auf einem Unterzuge ꝛc. gestoßen werden sollen, Fig. 23, weil alsdann beide Balkenenden ein möglichst großes Auflager bekommen.

Fig. 23.



Der Stoß mit eingesetztem Haken und mit Keilen, Fig. 24. Diese Verbindung soll, außer gegen

Fig. 24.



Zug, auch gegen Verbiegung schützen, und findet nur selten Anwendung. Die übliche Form ist in der Figur durch Verhältniszahlen angegeben, die sich auf die als Einheit angenommene Höhe der Hölzer beziehen.

Handelt es sich darum, einen Stoß anzuordnen, der einer großen Spannung der Länge der Hölzer nach Widerstand leistet, so geben die beiden, in den Figuren 25 und 26 dargestellten Verbindungen unstreitig die größte Sicherheit, weshalb sie namentlich bei Brückenbauten Anwendung finden.

Fig. 25 besteht aus zwei Paar schmiedeeisernen Schienen, von denen ein Paar auf einer, das andere auf der entgegengesetzten Seite liegt. Die Schienen sind an den Enden umgebogen und greifen mit diesen Umbügen etwa 3 cm tief in die Hölzer ein; sie sind 6 cm breit, 12—15 mm stark und haben etwa die vierfache Höhe der zur verbindenden Hölzer zur Länge. Diese Schienen sind durch vier Paar Schraubenbolzen von angemessener Stärke miteinander verbunden, so daß das Ganze eine sehr feste und zuverlässige Verbindung darstellt.

Fig. 25.

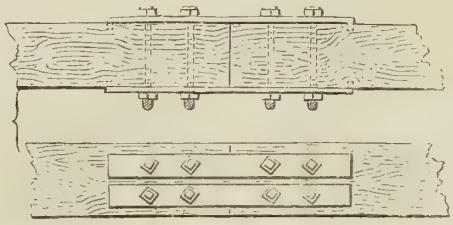
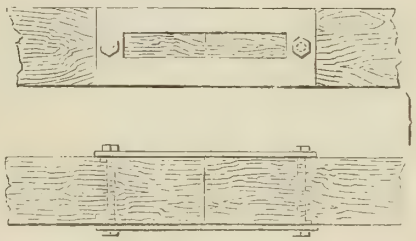


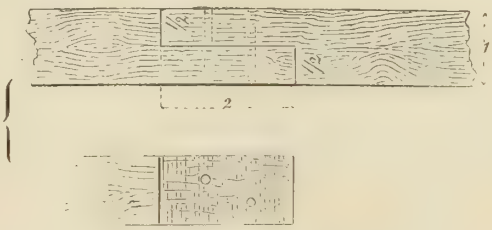
Fig. 26.



In Fig. 26 werden die schmiedeeisernen Schienen durch zwei gußeiserne Platten ersetzt, die auf zwei entgegengesetzten Seiten der Hölzer liegen und durch zwei oder vier Schraubenbolzen mit diesen und miteinander verbunden sind; außerdem greifen die Platten mit den angegossenen Nasen in die Hölzer ein und sind durch Durchbrechungen am Gewicht erleichtert. Diese Verbindung, von Nordamerika zu uns gekommen, läßt nichts zu wünschen übrig und dürfte dort die vorzüglichste sein, wo es sich darum handelt, zwei Hölzer so fest als möglich miteinander zu verbinden.

Fig. 26 und 28 zeigen die gerade Anblattung, eine Verbindung, die häufig angewendet und gewöhnlich „verbohrt“,

Fig. 27.



d. h. mit einigen hölzernen Nägeln versehen wird. Fig. 28 zeigt die schräg eingeschnittene gerade Anblattung.

Beide Verbindungen werden durch die Figuren hinreichend deutlich gemacht, und es bleibt nur noch auf die diagonale Stellung der beiden Nägel aufmerksam zu machen, die nötig wird, um ein Aufspalten des Holzes zu verhüten.

Fig. 28.

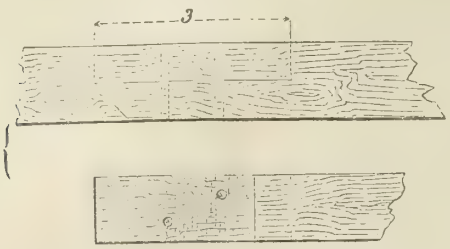


Fig. 29 giebt die schräge Anblattung, die ebenfalls verbohrt und deshalb der geraden zuweilen vorgezogen wird, weil sie weniger leicht aufspaltet.

Fig. 29.

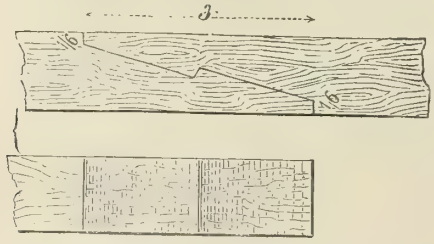
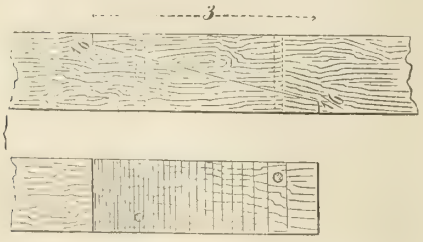


Fig. 30 zeigt das gerade Hakenblatt, welches an Solidität dem folgenden schrägen Hakenblatt nachsteht.

Fig. 30.

Das schräge Hakenblatt, Fig. 31, leistet schon einigen Widerstand gegen Spannung in der Richtung der

Fig. 31.



Achse der verbundenen Hölzer, steht jedoch der in Fig. 32 dargestellten Verbindung, dem schrägen Hakenblatte mit dem Keil, deshalb weit nach, weil letzteres nach keiner Richtung ausweichen kann, so lange der Keil a nicht gelöst ist. Die schrägen Schnitte bei b b verhüten jedes Heben. Den Keil a macht man recht schlank und gern von trockenem Eichenholze. Diese Verbindung ist, besonders wenn sie durch zwei Schraubenbolzen verstärkt wird, eine der vorzüglichsten.

Zu den gekünstelten und daher seltener vorkommenden Verbindungen gehört das versteckte, schräge Hakenblatt, Fig. 33, das sich von dem gewöhnlichen, schrägen Hakenblatte, Fig. 32, nur durch die an einer Seite stehengelassene Brücke unterscheidet, wodurch das Hakenblatt, von einer Seite wenigstens, versteckt und der Verbindung das Ansehen des geraden Stoßes gegeben wird.

Fig. 32.

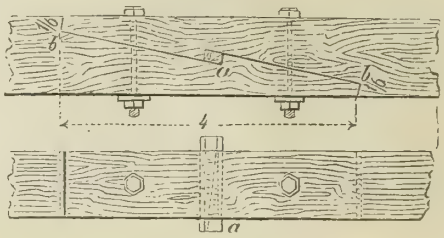


Fig. 33.

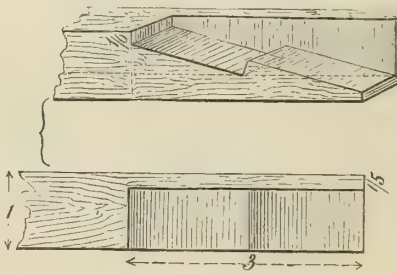
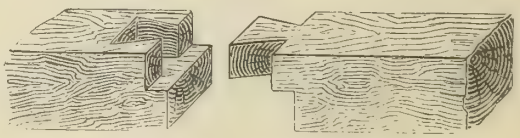


Fig. 34 ist eine schwalbenschwanzförmige Anblattung und findet sehr häufig bei der Verlängerung der

Fig. 34.



Mauerlatten, besonders aber der Pfetten, Anwendung, weil sie ein horizontales Verschieben der einzelnen Stücke in jeder Richtung vollkommen verhindert, worauf es bei den Mauerlatten besonders ankommt, weil sie dem Zimmermann als Anhaltspunkt für die Zulage seiner Balkenlage dienen müssen.

Bei Pfählen pflegt man die Verbindung mit dem Namen des Pfropfens oder Anpfropfens zu bezeichnen, besonders wenn sie bei einzurammenden Pfählen Anwendung findet.

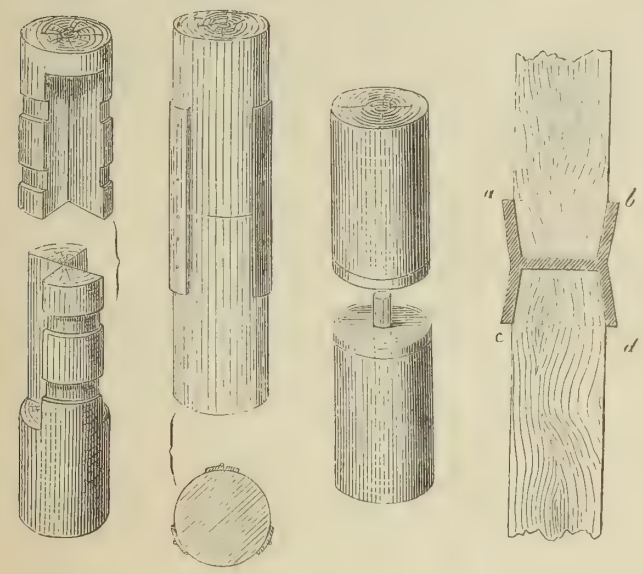
In diesem besonderen Falle, wenn die zu pfropfenden Hölzer unter der Ramme in den Boden getrieben werden sollen, kann man einen Bruch an der Verbindungsstelle

nicht verhüten, sobald Veranlassung dazu eintritt, und alle Vorkehrungsmittel dagegen durch künstliche Einschnitte oder eiserne Schienen helfen nichts, ja sind bisweilen nur schädlich. Man hat vielmehr sein Augenmerk darauf zu richten, daß die Achsen der zu verbindenden Hölzer in eine gerade Linie treffen, daß beide Hölzer sich mit möglichst großen Flächen berühren und ein Aufspalten und Splittern verhindert wird; wobei dann noch darauf zu sehen sein wird, daß keine hervorstehenden Eisenteile die Reibung beim Einrammen vergrößern und letzteres erschweren.

Hiernach erscheint die in Fig. 35 dargestellte, von den Franzosen mit mehreren Abänderungen oft gebrauchte Verbindung als unzweckmäßig, indem sie eine sorgfältig zu vermeidende Splitterung gewissermaßen geradezu einleitet. Auch die in Fig. 36 gezeichnete, in Deutschland wohl übliche Verbindung mit drei eisernen Schienen ist nicht zweckmäßig, weil diese ein Brechen gar nicht und ein seitwärtiges Ausweichen nicht kräftig genug verhindern.

Es dürfte am zweckmäßigsten sein, nach Fig. 37 beide Hölzer genau senkrecht auf ihre Achsen abzuschneiden, jedes Ende mit einem starken, eingelassenen eisernen Ringe zu versehen und einen etwa 36 cm langen, 3—5 cm starken,

Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38.



geschmiedeten eisernen Dorn zur Hälfte in jedes Holz in genau in der Achse gebohrte passende Löcher einzulassen. Die Engländer wenden zuweilen die in Fig. 38 gezeichnete Verbindung an, welche durch eine gußeiserne Muffe a b c d bewirkt wird und ebenfalls zweckmäßig erscheint. Soll eine Pfropfung vorgenommen werden, ohne daß die Hölzer den Wirkungen der Ramme ausgesetzt sind (z. B. bei Doppelpfosten in Magazinen ꝛc.), so ist die gerade Anblattung, Fig. 38, auch in vertikaler Stellung sehr wohl brauchbar.

§ 4.

Die Verstärkung der Hölzer.

a. Die Verdickung.

Die Untersuchungen über die Tragfähigkeit (relative Festigkeit) prismatisch gestalteter Hölzer lehren uns, daß diese Tragfähigkeit im einfachen geraden Verhältnis zur Breite, im einfachen umgekehrten zur Länge und im geraden Verhältnis zum Quadrat der Höhe stehen. Es liegt daher nahe, Verbindungen aufzusuchen, welche die Vergrößerung der Höhenabmessung im Querschnitte eines Balkens bezwecken, oder die eine Verdickung desselben bewirken. Legt man zwei Hölzer von gleicher Breite und Höhe der Länge nach ohne alle weitere Verbindung auf einander, und nimmt man an, daß auch gar keine Reibung zwischen ihnen stattfinde, so ist klar, daß ein auf solche Weise verdoppelter Balken auch nur die doppelte Last des einfachen tragen kann. Ganz anders verhält es sich aber, wenn die Verbindung so eingerichtet wird, daß die beiden Hölzer sich nicht unabhängig von einander bewegen können, namentlich daß kein Gleiten des oberen Holzes auf dem unteren stattfinden kann, denn nur in diesem Falle, und wenn man die Verbindung so ansehen kann, als ob beide Hölzer aus einem Stück beständen, tritt die Vermehrung der Tragkraft im quadratischen Verhältnis zur Höhe ein. Es ist daher auch bei allen hierher gehörigen Verbindungen das Hauptaugenmerk auf diesen Umstand zu richten, d. h. die Hölzer so mit einander zu verbinden, daß kein Gleiten des oberen auf dem unteren eintreten kann. Im allgemeinen wird dies durch Eingriffe der Hölzer ineinander, welche durch hindurchgezogene Schraubenbolzen in ihrer Wirkung unterstützt werden, bewirkt, und je nachdem man hierbei verschiedene Methoden befolgt hat, haben die Verbindungen auch verschiedene Namen bekommen.

Eine dieser Verbindungsarten ist die sogenannte Verzahnung, Fig. 1, Taf. 1. Die übereinanderliegenden Hölzer greifen dabei sägezahnartig in einander und sind durch Schraubenbolzen mit einander verbunden. Die Anfertigung ist etwa folgende: Nachdem die Abmessungen, namentlich die Höhe der verzahnten Hölzer, die sich nach bewirkter Verbindung haben sollen, festgesetzt ist, müssen Hölzer $^6/_{10}$ dieser Abmessung stark dazu verarbeitet werden. Jede Verzahnung besteht aus einer ungeraden Anzahl einzelner Stücke, gewöhnlich aus drei, zuweilen aber auch aus fünf; mehr kommen indessen nicht leicht vor. Besteht die Verzahnung aus drei Stücken, so geht eins davon, das untere, Fig. 1, Taf. 1, in ganzer Länge durch, während die beiden oberen in der Mitte gestoßen werden. Das untere, besonders auf der oberen Seite genau abgerichtete Holzstück erhält in der Mitte $\frac{6}{10}$, an jedem Ende $\frac{5}{10}$ von der Höhe der ganzen Verzahnung zur Stärke, und wird durch eine

Unterstützung in der Mitte und ein Herabpressen der beiden Enden ungefähr um $^1/_{60}$ seiner Länge gesprengt, d. h. so gebogen, daß der Pfeil des Bogens sich zu seiner Sehne wie 1 : 60 verhält. In dieser Spannung muß das Holz während der ganzen Bearbeitung erhalten werden. Parallel zur Oberkante und in einer Entfernung von $^1/_{10}$ der ganzen Höhe der Verzahnung von derselben wird die Linie xy Fig. 2, Taf. 1, aufgeschnürt und auf dieser symmetrisch von der Mitte aus zu beiden Seiten die Länge der Zähne, gleich $\frac{8}{10} - \frac{15}{10}$ der Höhe der Verzahnung aufgetragen, wodurch die Punkte 1, 2, 3 ꝛc. gefunden werden. Jetzt zieht man die Linie 1a, senkrecht darauf die 1b und mit dieser parallel die 2c, 3d ꝛc.; werden dann noch die Linien 2b, 3c ꝛc. gezogen, so kann man nach dieser Zeichnung die Zähne ausarbeiten, was mit möglichster Genauigkeit geschehen muß. Das Holzstück war vor der Bearbeitung in der Mitte $\frac{6}{10}$, an den Enden $\frac{5}{10}$ der ganzen Verzahnung hoch, welches Maß bei aa' ungeschmälert geblieben, bei xx' aber, da die Tiefe der Zähne $^1/_{10}$ der Höhe beider Hölzer beträgt, auf $\frac{4}{10}$ vermindert worden ist, wie dies Fig. 1 zeigt. Ganz auf dieselbe Weise werden die beiden Hälften des Oberteils der Verzahnung bearbeitet, so daß jedes derselben anfänglich in der Mitte am Zusammenstoße $\frac{5}{10}$ und an den Enden $\frac{6}{10}$ der Verzahnung hoch genommen und dann so bearbeitet wird, daß es in der Mitte $\frac{4}{10}$ der Verzahnungshöhe stark bleibt, an den Enden aber $\frac{6}{10}$ dieser Abmessung.

Die beiden Oberstücke werden nun auf das noch immer gesprengte Unterstück aufgelegt, wobei man gewöhnlich das letztere noch etwas mehr krümmt, um die Oberstücke nicht nur bequemer einlegen zu können, sondern auch, um dadurch ein festeres Ineinandergreifen der Zähne zu bewirken. In die Fuge a' a" Fig. 1 wird, um das Ineinanderdringen der beiden hier mit den Hirnenden zusammenstoßenden Hölzer zu vermeiden, gewöhnlich eine Metallplatte (eine Blech- oder Eisentafel) gelegt, die man zuweilen keilförmig gestaltet, um einen festeren Schluß zu bewirken, damit nicht durch ein Zusammendrängen der Fuge a' a" eine Biegung der ganzen Verzahnung eingeleitet wird. Jetzt werden die drei Holzstücke durch Schraubenbolzen miteinander verbunden, die in lotrechter Stellung und in Entfernungen gleich der 1—$1^1/_2$ fachen Zahnlänge eingezogen werden, und dann das Ganze sich selbst überlassen, d. h. die Vorrichtungen, welche das Unterstück bisher in seiner Sprengung erhielten, entfernt. Ein Kennzeichen genauer Arbeit ist es, wenn sich hierbei die Sprengung nur unmerklich vermindert.

Die Wirkung einer solchen Verzahnung erklärt sich leicht, wenn man erwägt, daß die einzelnen Hölzer der Verzahnung, zu einem festen Ganzen verbunden, sich nicht unabhängig von einander biegen können, sondern daß an einer solchen Biegung alle Hölzer zugleich teilnehmen müssen, und daß dies nicht anders geschehen kann, als wenn die Holzfasern der oberen Hölzer verkürzt, die der unteren aber verlängert werden, mithin das Ganze sich gerade so verhält, wie ein einzelner Balken von denselben Abmessungen und derselben Form. Hierbei wird aber vorausgesetzt, daß die Verzahnung vollkommen passend und auch mit Rücksicht darauf gearbeitet sei, daß die Pressungen und Spannungen in den Holzfasern der Zähne der Oberstücke und des Unterstückes von der Mitte nach den Enden hin zunehmen, da sie, wenigstens bei einer gleichförmigen oder allein in der Mitte angebrachten Belastung, hier gleich Null sind. Eine solche Bearbeitung ist aber schwer zu erreichen, und es gehört die Anfertigung eines tadellosen verzahnten Balkens zu den schwierigsten Arbeiten des Zimmermanns. Da ferner die Zähne mit den Hirnenden gegen einander sich stemmen und bei weichem Holze ein Ineinanderdrücken dieser Hirnenden zu befürchten bleibt, so erleichtert man sich die Arbeit gewöhnlich dadurch, daß man die Stoßfugen der Zähne nicht dicht, sondern so bearbeitet, daß Keile von recht trockenem harten Holze oder gar von Eisen, hineingetrieben werden können, wie dies auf der linken Seite Fig. 1, Taf. 1, zu sehen ist.

Muß der verzahnte Träger so lang werden, daß das untere Holzstück nicht mehr in einem Stücke beschafft werden kann, so setzt man dasselbe aus zwei, in der Mitte stumpf gestoßenen Stücken zusammen und ordnet dann in der oberen Lage drei Holzstücke an, wie solches Fig. 3, Taf. 1, zeigt. Die Bearbeitung dieser ist der eben beschriebenen ganz ähnlich; nur ist zu bemerken, daß an dem mittleren, oberen Stücke die Zähne, nach Fig. 3, gegen früher entgegengesetzt gerichtet sein müssen, damit ein Zusammenketten der fünf Hölzer bewirkt wird.

Die Verzahnung zweier Hölzer kann übrigens auch vorkommen, ohne daß sie gerade einen Träger bilden sollen, vielmehr auch da, wo es nur Absicht ist, ein Holz auf einem andern so zu befestigen, daß ein Verschieben desselben nach einer bestimmten Richtung hin unmöglich wird. In diesen Fällen ist die Arbeit weniger schwierig und nur darauf zu sehen, daß nach Fig. 7, Taf. 1, jeder Zahn ein hinreichend großes Stück Holz faßt, dessen Parallelkohäsion überwunden werden muß, wenn eine Verschiebung stattfinden soll.

Wir haben schon der Schwierigkeit der genauen Bearbeitung eines verzahnten Trägers erwähnt, und müssen diese als einen Nachteil der Verbindungsweise anführen. Dazu kommt, daß durch das gegenseitige Ineinandergreifen der übereinander liegenden Hölzer an der Höhe derselben, mithin an ihrer Tragkraft verloren wird. Man hat daher durch andere Verbindungsweisen die gerügten Mängel zu beseitigen gesucht, indem man die Hölzer, ohne sie durch ein Ineinandergreifen zu schwächen, doch so aufeinander befestigt hat, daß ein Verschieben ebenfalls kräftig und vollständig verhütet wird. Diese Verbindungsweisen begreift man unter dem Namen der Verdübelungen. Es sind mehrere derselben gebräuchlich, von denen wir einige kennen lernen wollen. Alle haben gegen die Verzahnung das Unterscheidende, daß die Unverschieblichkeit nicht durch das Eingreifen der Hölzer selbst, sondern durch besondere Verbandstücke, die Dübel, bewirkt wird. Diese Dübel können cylinderförmige, prismatische oder schwalbenschwanzförmige Zapfen sein, die zur Hälfte in jedes der zu verbindenden Hölzer eingreifen, oder die Dübel bilden einfache oder doppelte Keile und bewirken, unter Zuhilfenahme von eisernen Schraubenbolzen, die beabsichtigte Verbindung.

Suchen wir zuerst eine Balkenverstärkung, wie Fig. 1, Taf. 1, durch eine Verdübelung zu ersetzen. Es leuchtet ein und ist schon bei der Verzahnung bemerkt, daß die Verschiebung der aufeinander liegenden Hölzer in der Mitte Null und nur nach den Enden hin bemerklich ist, woraus folgt, daß die Verdübelung in der Mitte wegfallen und nur an den Enden angebracht werden darf. Fig. 4, Taf. 1, zeigt diese Verdübelung daher auch nur an den beiden äußeren Vierteln der Hölzer, während die mittleren Teile glatt und ohne weitere Verbindung, als die durch die Schraubenbolzen bewirkte, aufeinander liegen. Die Figur zeigt links die Verdübelung mit Doppelkeilen, die in Zwischenräumen, etwa gleich der Höhe der ganzen Verbindung, angebracht sind. Diese Keile müssen schlank und von recht trockenem harten Holze angefertigt werden, ihr Kopf kann ca. $\frac{3}{20}$ der ganzen Höhe hoch, $\frac{2}{20}$ breit und das Loch für die Keile quadratisch, mit $^3/_{20}$ Seite gestaltet sein. Die Keile werden erst dann eingetrieben, wenn die Schraubenbolzen angezogen sind. Letztere werden zwischen den Keilen angeordnet, in Entfernungen etwa gleich der doppelten Höhe der ganzen Verbindung. Außer dem Vorteile der leichteren Anfertigung gewähren die Keile noch den, daß man später, wenn ein Zusammentrocknen des Holzes und dadurch eine Senkung des Trägers stattgefunden hat, den letzteren heben und die Keile von neuem antreiben kann, weshalb dieselben länger angefertigt werden müssen, als der Träger breit ist.

Fig. 4, Taf. 1, zeigt rechts eine Verdübelung, die der Verzahnung sehr ähnlich sieht und durch eingesetzte prismatische Dübel gebildet wird. Wie die Figur zeigt, ist die Stärke dieser Prismen, die etwa wieder $^1/_{10}$ der Höhe beider Hölzer beträgt, nach der Mitte zu aus dem oberen, nach den Enden hin aber aus dem unteren Holze genommen, und zwar bei jedem einzelnen Dübel, so daß letztere eine diagonale Lage bekommen. Die lichte Entfernung dieser Dübel von einander beträgt etwa die Höhe h und die Länge derselben die Hälfte dieses Maßes. Die Dübel müssen wiederum aus hartem, trockenem Holze bestehen und so gelegt werden, daß Hirnholz gegen Hirnholz stemmt, mithin die Adern der Dübel mit denen der Hauptbölzer parallel laufen. Die Dübel haben wegen ihrer diagonalen Lage das Bestreben, sich aufzurichten und dadurch die beiden verbundenen Hölzer von einander zu entfernen, weshalb die Schraubenbolzen stark genug sein müssen. Auch solche verdübelte Balken bekommen eine Sprengung wie die verzahnten, und müssen dieselbe erhalten, bevor die Einschnitte für die Keile oder Dübel ausgearbeitet werden. Der obere Teil der Verbindung kann, wie bei der Verzahnung, aus zwei Stücken, oder, wie in unserer Figur angegeben, aus einem Stücke bestehen, wie das untere.

Fig. 5, Taf. 1, zeigt einen verdübelten Träger, bei welchem die zahnartig eingreifenden Dübel einfache Keile sind, und der bei dem Bau der Kavalierbrücke in Berlin zur Ausführung gekommen ist. Die Keile, deren Holzfasern parallel mit denen der Hauptbölzer laufen, sind, wie die Figur zeigt, abwechselnd von der einen und von der andern Seite eingetrieben, und um dies Eintreiben zu erleichtern, sind zwischen die Hirnholzflächen dünne Zinkblechstreifen gelegt und die Keile selbst gut mit grüner (schwarzer) Seife geschmiert. Die Keile sind sehr wenig verjüngt, etwa nur $^1/_{42}$ der Länge im ganzen, so daß ein 36 cm langer Keil am Rücken 54 cm und am entgegengesetzten Ende 52,5 cm breit ist. Die Länge der Keile muß die Breite der zu verbindenden Balken um 9—21 cm übertreffen, damit dieselben nach den Enden zu gehörig nachgetrieben werden können. Die zwischen den Keilen angrenzenden Schraubenbolzen halten beide Hölzer (jedes für sich aus einem Stücke bestehend) zusammen, und erst wenn diese Bolzen fest angezogen sind, werden die Keile eingetrieben. Vorher müssen aber die Ausschnitte für dieselben in den Hölzern ausgearbeitet werden. Die Gestalt dieser zahnartigen Ausschnitte findet man leicht mit Hilfe von Fig. 6, Taf. 1, wenn man bemerkt, daß die Keile vor Anwendung der eintreibenden Gewalt nur um Weniges in die für sie bestimmten Öffnungen reichen dürfen. Durch das allmähliche und abwechselnde Eintreiben der Keile (man treibt die am meisten, welche am besten „ziehen") erhalten die Balken eine Krümmung nach oben zu, so daß die bei den vorhin beschriebenen

Verbindungen der Balken zu Anfang der Arbeit gegebene Sprengung hier erst am Ende durch das Eintreiben der Keile hervortritt. Bei dem angeführten Beispiele waren die eichenen Hölzer 12 m lang, 39 cm breit und 42 cm jedes hoch, die zuletzt eingetretene Krümmung betrug $^1/_{120}$ bis $^1/_{96}$ der Länge. Die Breite der Keile verhielt sich zur Höhe des ganzen Trägers wie 9 : 14, die Entfernung derselben von einander zu eben dieser Höhe wie 6 : 7, die Stärke der Keile betrug $^1/_{14}$ der Höhe des Trägers und letztere etwa $^1/_{17}$ der freiliegenden Länge desselben; während man diese letzte Abmessung bei allen dergleichen verstärkten Balken allgemein gleich $^1/_{12}$—$^1/_{15}$ der freiliegenden Länge macht.

Die Fig. 8—10, Taf. 1, zeigen noch andere Verdübelungen, die da vorzukommen pflegen, wo es sich weniger um die Vergrößerung der Tragkraft, als um eine Verbindung der Hölzer überhaupt handelt. Sie kommen hauptsächlich zur Verbindung nebeneinander liegender Hölzer vor (z. B. bei sogenannten Dübelgebälken) und gehören daher eigentlich mit zu den Verbreiterungen.

Die in Fig. 11, Taf. 1, dargestellte Verbindung ist eine Verschränkung. Sie kommt selten und dann gewöhnlich nur bei stark geneigt oder ganz vertikal stehenden Hölzern (namentlich bei Hängsäulen) vor. Der Zweck ist wiederum, ein Verschieben der Hölzer aneinander zu verhüten, und dieser wird durch das Ineinandergreifen mittels der, die zwei- bis dreifache Dicke der einzelnen Hölzer zur Länge habenden prismatisch gestalteten Zähne erreicht, wobei hindurchgezogene Schraubenbolzen eine Entfernung der Hölzer von einander unmöglich machen. Die Tiefe des Eingriffes der Zähne beträgt etwa wieder $^1/_{10}$ der Stärke beider Hölzer, wodurch die Hölzer an Tragkraft verlieren. Bei einer vertikalen Stellung, wo die absolute oder rückwirkende Festigkeit in Anspruch genommen wird, macht dies freilich nicht so viel aus, als früher bei der relativen Festigkeit, weil jene mit dem Querschnitte im einfachen geraden Verhältnisse stehen. Indessen ist die Bearbeitung mühsam, und eine Verdübelung mit Doppelkeilen nach Fig. 4, Taf. 1, ist ganz gewiß auch in vertikaler Stellung vollkommen wirksam, und jedenfalls leichter ausführbar, als die Verschränkung.

Es giebt nun noch andere Verstärkungen der Balken, die auf anderen Konstruktionsgedanken beruhen, von denen wir einige kennen lernen wollen.

Aus der Statik ist bekannt, daß „Körper von gleichem Widerstande", die an beiden Enden frei aufliegen, bei gleichförmiger Belastung eine elliptische Gestalt nach Fig. 1, Taf. 2, haben müssen. Setzen wir diese Gestalt bei gleich breiten Balken voraus, und nehmen wir an, daß vor dem Zerbrechen ein Biegen eintritt, so kann dies nicht anders stattfinden, als daß die oberen Holzfasern am zusammengedrückt, die unteren bn aber ausgedehnt werden. Die Pressungen in den oberen Holzfasern müssen nach unten abnehmen, und ebenso die Spannungen der unteren Holzfasern nach oben hin, so daß es zwischen a und b eine gewisse Faserschicht geben muß, in welcher weder Pressungen noch Spannungen stattfinden; und in den dieser Schicht zunächstliegenden werden überhaupt die geringsten Spannungen und Pressungen thätig sein. Hieraus folgt, daß man, wenn der Körper aus mehreren einzelnen Verbandstücken verbunden wird, dahin zu streben hat, denselben in der Mitte hohl zu konstruiren und alle Hölzer entweder möglichst nahe der Linie mam oder der nbn zu bringen, weil sie hier am wirksamsten sind, in der Mitte aber, ohne bedeutende Wirkung, nur das eigene Gewicht der Konstruktion vergrößern würden.

Dies ist das leitende Prinzip bei allen größeren Konstruktionen, d. h. „möglichste Inanspruchnahme und Ausnutzung der Massenteile der einzelnen Verbandstücke". Die nächste Anwendung finden obige Grundsätze beim sogenannten linsenförmigen Balken oder Laves'schen Balken, der zuerst vom Hofbaurat Laves in Hannover konstruirt worden sein soll; Fig. 3, Taf. 2. Spaltet man nämlich einen Balken im mittleren Teil seiner Länge der Höhe nach und nahe bis an die Enden auf, schützt letztere durch eiserne Bänder und Bolzen gegen ein weiteres Aufspalten, biegt dann die beiden Hälften von einander und erhält sie durch Spreizen und Zangen in dieser Lage, wie Fig. 3 zeigt, so ist die Tragkraft dieses Balkens bedeutend vergrößert, während die Vermehrung an Material und eigenem Gewicht sehr unbedeutend ist.

Was nun die Darstellung dieser linsenförmigen Balken betrifft, so ist es zweckmäßiger, die Verbindung aus zwei einzelnen Balken zusammenzusetzen, als einen einzigen durch einen Sägeschnitt zu trennen. Die ungetrennten Enden des Balkens müssen nämlich durch umgelegte eiserne Bänder, oder durch Schraubenbolzen, gegen das weitere Aufspalten geschützt werden. Ohne diese Eisenbeschläge würde das Holz sogleich aufspalten, so daß der natürliche Zusammenhalt für nichts zu rechnen ist und man dieselbe Festigkeit erhält, wenn man zwei einzelne Balken zweckmäßig miteinander verbindet.

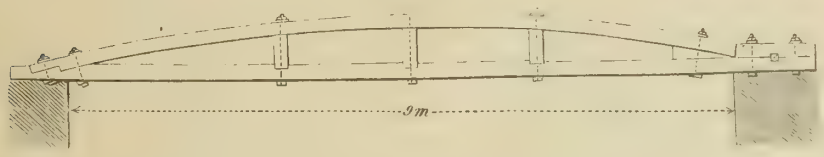
Wenn die Belastung nicht zu bedeutend ist, wird man mit einer Verzahnung oder Verdübelung beider Balkenenden nach Fig. 4, Taf. 2, ausreichen, doch muß dieselbe wenigstens drei Schraubenbolzen erhalten und zwei gut getrocknete eichene Dübel und demzufolge, nach der Linie ab gemessen, 1,2—1,3 m lang sein.

Was die Spreizen zwischen beiden Balken anbelangt, so muß deren Anzahl so groß sein, daß die Entfernungen zwischen ihnen nicht so groß werden, daß ein Zerknicken des oberen Balkens erfolgen kann. Diese Entfernungen sollen

das 8—10fache der kleinsten Dimension des Querschnitts des Holzes betragen. Außerdem dürften die Spreizen nicht nur als solche, sondern sie müssen auch zugleich als Zangen wirken, damit sie ihre Stelle nicht verlassen können. Man wird sie daher doppelt anordnen und etwas in die Balken einlassen müssen. Die zur Verbindung dieser Zangen nötigen Schraubenbolzen darf man nicht durch die Balken gehen lassen, weil sie leicht Veranlassung zu einem Bruch geben könnten. Es wird deshalb besser sein, die Zangenhölzer über die Balken hinaus reichen zu lassen und dann durch einen Schraubenbolzen zu verbinden. Auf diese Weise konstruirte linsenförmige Balken zeigen Fig. 3 und 4, während die Fig. 3A und 4A senkrechte Durchschnitte durch die Mitte der Balken darstellen. Will man eine Zange in der Mitte des Balkens anbringen, dann sind drei, andernfalls nur zwei Zangen erforderlich, wodurch noch der Vorteil erwächst, daß die Balken in der Mitte keine Schwächung erleiden.

Die Anwendung solcher Balkenverstärkung im Hochbauwesen wird abgesehen von ihrer unschönen Form immer eine sehr beschränkte sein, wenigstens zur Darstellung horizontaler Gebälke, in welcher Beziehung die Konstruktion Fig. 39 den Vorzug verdienen dürfte, da die Anordnung der Dachbalkenlage mit geringer Schwierigkeit ausführbar wäre.

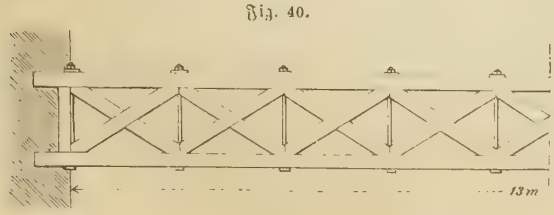
Fig. 39.



Einfachere hierher gehörige Trägerbildungen sind in Fig. 2, Taf. 2, und Fig. 40 dargestellt. Fig. 2 wird nur bei verhältnismäßig kurzen Trägern, bei welchen der Abstand der Balken bloß ca. 0,30 m beträgt, verwendet, da bei größerer Entfernung leicht eine Verschiebung der Holzteile eintreten kann, indem die Pföstchen nur mit einem Kreuzzapfen oben und unten eingesetzt und mittels durchgehender Schraubenbolzen mit den Balken befestigt sind.

Für größere Träger eignen sich die sogenannten Gitterbalken (Fig. 40), bei welchen die senkrechten Pfosten durch

Fig. 40.



Andreaskreuze ersetzt sind, und diese mit den Balken durch starke Schraubenbolzen verbunden werden. Die beiden letzteren Trägerbildungen kommen hauptsächlich nur bei Brückenkonstruktionen vor. Eine andere Balkenverstärkung ist unter dem Namen „armirter Balken", Fig. 5—6, Taf. 2, bekannt.

Das Wesentliche dieser Konstruktion besteht darin, daß zu beiden Seiten des eigentlichen Balkens 9—15 cm starke, aus zwei Teilen bestehende Dielen befestigt werden, welche entweder kleine Sprengwerke bilden, die den „im ganzen" durchgehenden Balken einschließen, oder in ganzen Längen das aus den zwei Balkenstücken gebildete Sprengwerk zwischen sich fassen; in beiden Fällen ist die Verbindung der Dielen mit dem Balken durch Schraubenbolzen und Verzahnungen ꝛc. bewirkt.

Die erstgenannte Konstruktion stellt Fig. 5, die zweite Fig. 6, Taf. 2, vor.

Zu beiden Seiten des 30—36 cm hohen, 21—24 cm breiten Balkens (Fig. 5) werden 30—36 cm breite, je nach der Länge 9—15 cm starke Dielen, nach der Mitte zu steigend, mittels Schraubenbolzen befestigt, um so eine Sprengung hervorzubringen. Die Länge des Balkens wird zu diesem Zweck in vier gleiche Teile geteilt und die beiden mittleren werden nach der Gestalt der schräg liegenden Dielen um die Hälfte der Stärke der letzteren ausgeschoren und an den beiden äußeren Teilen nach Fig. 5 Verzahnungen in derselben Tiefe eingearbeitet. Die Dielen, welche so weit schräg gestellt werden können, daß oben bei a und unten bei b etwa ein Drittel ihrer Breite über und unter den Balken hervorragt, werden außer der auf die Hälfte ihrer Stärke eingearbeiteten Verzahnung gar nicht geschwächt und durch Schraubenbolzen in Entfernungen von 1—1,20 m befestigt. Die Verzahnung ist der sonst üblichen entgegengesetzt gestaltet, weil eher eine Senkung des horizontalen Balkens als der stark gesprengten Dielen eintreten wird und der erstere so eine Stütze an letzteren findet. Damit bei einer Senkung des Ganzen kein nachteiliger Seitenschub auf die Mauern ausgeübt wird, muß man Sorge tragen, daß die Dielenenden bei b, Fig. 5, 6—10 cm von der Mauer entfernt bleiben. Um das Eindringen der Holzfibern ineinander zu verhüten, kann man zwischen den Stirnflächen der Dielen dünne Zink- oder Eisenblechstreifen anbringen und über die Stoßfuge auf jeder Seite noch eine eiserne Klammer schlagen. Fig. 5 bis 5B, welche diese Konstruktion bei A in der Seitenansicht (bei B die äußere Diele fortgenommen), bei D in der Horizontalprojektion und in Fig. 5A und 5B in zwei Vertikaldurchschnitten nach den Linien aa′ und cc′ zeigen, werden das Gesagte deutlich machen. Diese Balken wurden bei dem von Schinkel erbauten Museum in Berlin angewendet.

Bei der ebenfalls von Schinkel erbauten Bauschule in Berlin sind 9 m lange Unterzüge nach der in

Fig. 6, Taf. 2, dargestellten Methode wie folgt konstruirt worden.

Zwei Dielen oder Halbhölzer von 15 cm Breite und 43 cm Höhe sind zu beiden Seiten der gesprengten 24 cm breiten und 43 cm hohen Balkenstücke mittels Schraubenbolzen befestigt. Die Balkenstücke a und b stemmen sich an ihren Enden gegen die Einsatzstücke c, die selbst durch Schraubenbolzen mit den Halbhölzern verbunden sind. In den Stoßfugen bei d e sind Bleiplatten zwischen die Hirnflächen gelegt und die Sprengung des Balkens beträgt bei e etwa 15 cm. Eine Verzahnung der Hölzer findet nicht statt, dafür sind aber bei f keilförmige Dübel ähnlich wie bei Fig. 4 angebracht, und bei g ist noch eine eiserne Klammer zur besseren Verbindung der Einsatzstücke c mit den Halbhölzern in beide eingetrieben. Die beiden Durchschnitte in Fig. 6 A und B erläutern die Konstruktion hinlänglich. Eine gleichförmige über die ganze Länge dieses Trägers verteilte Probebelastung von 40 Tonnen soll eine Senkung der Mitte von 3—4 cm hervorgebracht, nach Fortnahme derselben der Balken aber seine ursprüngliche Gestalt wieder angenommen haben.

und Trockenheit des Holzes, sowie der Exaktität der Arbeit, bei manchen Konstruktionen ohne Belang ist.

§ 5.

b. Die Verbreiterung.

Die Verbreiterung der Hölzer kommt bei jeder Lage derselben vor; in horizontaler z. B. bei Fußböden, in vertikaler bei Bretterwänden ꝛc. Die Art der Verbindung hängt von dem speziellen Zwecke und auch von der Stärke der zu verbindenden Hölzer ab, denn oft ist eine sonst zweckmäßige Verbindung der zu geringen Stärke der Hölzer wegen nicht ausführbar.

Diese Verbindungen sind nun folgende:

1) Die Spundung, gewöhnlich bei Dielen gebräuchlich, kommt aber auch bei Balkenholz, z. B. in den Spundwänden, vor. Sie besteht dem Wesen nach darin, daß die Hölzer auf ihre ganze Länge mit einem Teile ihrer Stärke ineinander greifen. Den eingreifenden Teil nennt man die Feder und die von derselben zu füllende Öffnung den Spund oder die Nut. Jedes zu verbindende Holzstück

Fig. 41.

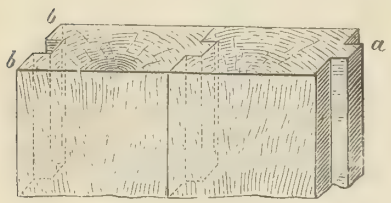


Fig. 42.

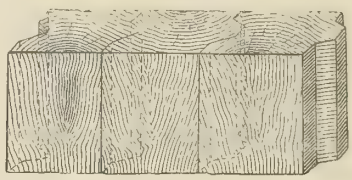


Fig. 45.

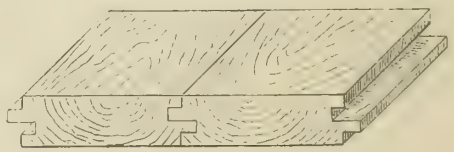


Fig. 43.

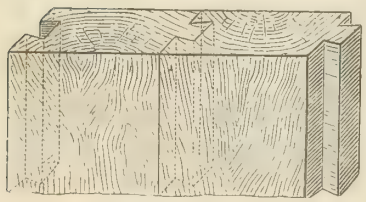


Fig. 44.

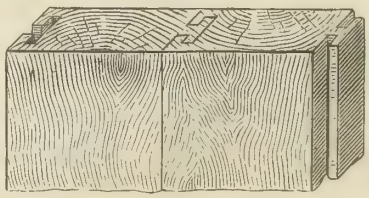
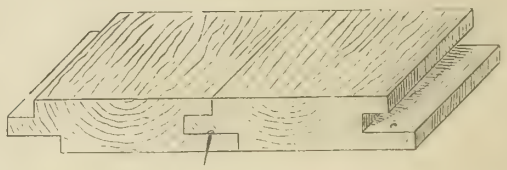


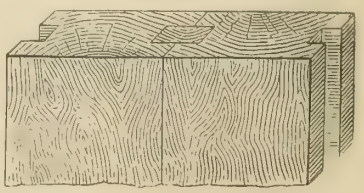
Fig. 46.



Schließlich sei zu diesem Paragraphen bemerkt, daß beim Hochbau und vorzugsweise da, wo auf eine durchaus solide und rationelle Konstruktion Rücksicht genommen wird, in neuerer Zeit weder der Laves'sche, armirte, verzahnte und verdübelte Balken Anwendung finden, dagegen an ihre Stelle längst eiserne Träger getreten sind, welche alle die Vorteile bieten, die das Eisen dem Holze gegenüber gewährt. Dessenungeachtet glaubten wir diese Konstruktionen nicht umgehen zu können, und zwar aus dem Grunde, weil sie nämlich noch in vielen Gegenden der Wohlfeilheit wegen hergestellt werden und weil der Mißstand, daß sie sich mehr oder weniger einschlagen oder senken, je nach der Festigkeit

erhält daher gewöhnlich an der einen Seite einen Spund und an der entgegengesetzten eine Feder, so daß, wenn mehrere auf diese Weise bearbeitete Hölzer an- oder vielmehr ineinander geschoben werden, die beabsichtigte Verbindung erreicht ist. Der Hauptzweck hierbei ist immer eine möglichste Dichtung der Fugen, und die Absicht, diesen Zweck mehr oder weniger vollkommen zu erreichen, hat verschiedene Formen

Fig. 47.



entstehen lassen, von denen wir die hauptsächlichsten kennen lernen wollen.

Fig. 41 zeigt die Quadratspundung, so genannt, weil die Feder a in ihrem Querschnitte ein Quadrat darstellt. Sie ist nur bei stärkeren Hölzern gebräuchlich, weil sonst die Backen b b der Nut zu schwach werden und leicht abbrechen würden. Man teilt die Stärke der Hölzer in drei gleiche Teile und giebt der quadratförmigen Feder einen solchen Teil zur Seite.

Werden die Hölzer schwächer, so wendet man die in Fig. 42 gezeichnete Keilspundung an, bei welcher die Federn im Querschnitt gleichseitige Dreiecke (oft mit abgestumpfter Spitze) zeigen, deren Seite gleich dem dritten Teile der Stärke der Hölzer ist.

Die beiden Spundungen sind die einzigen, welche bei solchen Hölzern, die unter der Ramme in den Boden getrieben werden sollen, anwendbar sind; denn obgleich die in den Fig. 43 und 44 gezeichneten ebenfalls in einem solchen Falle angewendet sein sollen, so sind sie doch so zerbrechlich, daß sie bei der Ausführung die durch ihre Gestalt beabsichtigte größere Dichtigkeit eben durch die große Zerbrechlichkeit und den großen Widerstand beim Einrammen wieder verschwinden machen.

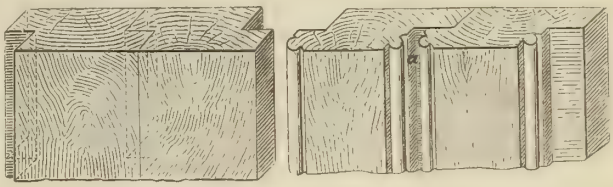
Diese und die in den Fig. 45 und 46 dargestellten Spundungen kommen vielmehr bei Dielen und Bohlen, die in vertikaler und horizontaler Lage verwendet und nicht durch die Ramme eingetrieben werden sollen, vor, wenn es Absicht ist, die Fugen möglichst dicht zu erhalten. Namentlich hat die in Fig. 46 dargestellte Spundung den Zweck, die zur Befestigung der Dielen gebrauchten Nägel zu verstecken, wie solches die Figur andeutet.

2) Die Federung, Fig. 47, kommt der Quadratspundung sehr nahe, nur findet der Unterschied statt, daß jedes Holz zwei Nuten bekommt und die Feder aus einem besonderen Holzstücke besteht, das für sich passend bearbeitet und in die Nuten eingetrieben wird. Die Verbindung ist etwas holzsparender, weil die einzelnen Dielen ihre ganze Breite behalten und die Federn vorteilhafter aus größeren Stücken bearbeitet werden können. Gewöhnlich laufen die Holzfasern der Federn mit denen der zu verbindenden Hölzer parallel, doch geben sie dann, wenn die Federung bei Fußböden z. B. vorgenommen wird, eine nur geringe Festigkeit, weshalb es in diesem Falle vorzuziehen bleibt, die Federn, wenn auch in kürzeren Stücken, so zu schneiden, daß ihre Holzfasern sich mit denen der Dielen rechtwinklig kreuzen. Dies bleibt aber nur ausführbar, wenn erst eine genutete Diele an ihren Ort gebracht, dann die Feder eingesetzt und nun die zweite Diele dagegen gelegt wird; und wird unausführbar, wenn, wie es zuweilen vorkommt, die Dielen erst alle oder wenigstens mehrere nebeneinander befestigt und dann die Federn eingeschoben werden sollen. Zuweilen macht man auch die Feder, statt von Holz, von schwachem Bandeisen, was besonders bei Fußböden den letzteren eine große Steifigkeit giebt und nicht viel teurer zu stehen kommt. Die Nute wird dann mit einer bogenförmig gestalteten Säge, Fig. 48, eingeschnitten.

Fig. 48.

3) Die halbe Spundung oder die Falzung, Fig. 49, kommt nur bei schwächeren Hölzern, an denen eine ganze Spundung, eben dieser geringen Stärke wegen, nicht mehr ausführbar ist, und meist nur in vertikaler Lage derselben vor. Jedes Brett erhält dabei einen Falz, dessen Tiefe der

Fig. 49. Fig. 50.



halben Bretterstärke gleich ist. Nicht immer werden beide ineinandergreifende Falze gleich lang, sondern der eine länger als der andere gemacht, wodurch die Fuge offen bleibt. Gewöhnlich beabsichtigt man dann durch diese in gleichen und parallel nebeneinander hinlaufenden Fugen die Dekoration einer Fläche und richtet dann den Falz auch wohl so ein, wie ihn Fig. 50 bei a zeigt.

4) Verbindungen, die wenigstens ohne die Anwendung des Leimes kaum noch diesen Namen beanspruchen können, sind das Fugen, in Fig. 51, und das Messern, in

Fig. 51.

Fig. 52 dargestellt. Bei den Fugen sind die Stoßfugen rechtwinklig auf die Oberfläche der Hölzer gestellt, und man sorgt nur dafür, daß diese Flächen möglichst eben sind und sich überall berühren. Dasselbe findet bei dem Messern, Fig. 52, statt, nur mit dem Unterschiede, daß die Stoß-

Fig. 52.

fugen mit der Oberfläche der Hölzer keine rechten, sondern Winkel von 45 oder besser von 60 Grad bilden. Diese Verbindung kann vor dem Fugen den Vorzug verdienen, wenn es darauf ankommt, die Fugen so einzurichten, daß sie nicht dicht schließen, aber doch das Hindurchdringen ge-

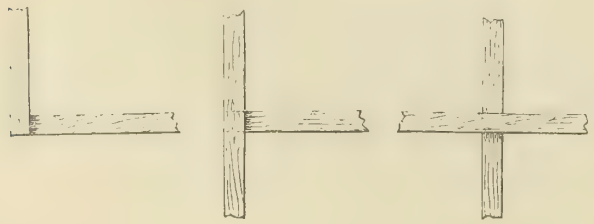
wisser Körper hindern. Außerdem findet sie bei der Verschalung für Schieferdächer zuweilen noch Anwendung, weil ein auch auf die Fuge gestellter Nagel noch Holz trifft. Alle diese Verbindungen müssen möglichst genau und deshalb immer mit dem Hobel, das Spunden und Federn mit dem sog. Nuthobel bearbeitet werden.

§ 6.

Die Verknüpfung der Hölzer.

Die Verknüpfung der Hölzer oder die Knotenbildung findet statt, wenn zwei oder mehrere Hölzer sich ihrer Richtung nach kreuzen und in diesen Kreuzpunkten eine Verbindung bewirkt werden soll. Gewöhnlich kreuzen sich nur zwei Hölzer in einem Punkte, Fig. 53—55, und wenn

Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55.



es möglich ist, hat man dahin zu wirken, daß die Zahl derselben nicht größer ist, weil dann die Verbindung leichter, sicherer und meistens auch mit geringerer Schwächung der Hölzer geschehen kann. Alle diese Verbindungen muß man mehr oder weniger als Scharniere, d. h. als um irgend eine durch den Kreuzungspunkt gehende Achse drehbare Verbindung ansehen, wenn man eine größere Konstruktion beurteilen will. Die Erfahrung lehrt, daß dergleichen Drehungen eintreten, weil nur dadurch die Destruktion vieler Bauteile erklärbar ist, die ihre Form verlieren, ohne daß ein Zerbrechen oder Zerreißen der einzelnen Hölzer stattgefunden hat. Meistens ist es aber dem Konstrukteur gerade darum zu thun, eine solche Drehung in den Kreuzungspunkten unter allen Umständen zu vermeiden, und dann bleibt nichts übrig, als diesen Kreuzungspunkt zum Winkelpunkt einer unverschieblichen Figur zu machen, d. h. zur Winkelspitze eines Dreiecks. Kreuzen sich z. B. in Fig. 56 zwei Hölzer a und b in dem Punkte p und soll eine Drehung um letzteren Punkt unter allen Umständen verhindert werden, so muß ein drittes Holz c zu Hilfe genommen werden, welches sich mit a und b in den Punkten o und v kreuzt; denn wenn nun auch die Punkte p, o und v als Scharniere angesehen werden, so ist eine Drehung um dieselben (immer die erforderliche Festigkeit und Steifigkeit der Hölzer a, b und c vorausgesetzt) dennoch unmöglich. Eine solche Verbindung wollen wir einen festen Knoten nennen, im Gegensatze zu einer Verbindung von nur zwei Hölzern, die immer, wenigstens in Beziehung auf Drehung, einen losen Knoten bilden. Zur Darstellung eines festen Knotens sind daher immer wenigstens drei Hölzer erforderlich und noch unter der Voraussetzung, daß diese ein Dreieck einschließen und sich nicht etwa alle drei in ein und demselben Punkte kreuzen, denn eine Verbindung von drei Hölzern nach Fig. 57 oder 58 kann kein fester Knoten genannt werden, wohingegen beide durch eine kleine Veränderung, wie sie die Fig. 59 und 60 darstellen, in vollkommen feste Knoten verwandelt werden. Es handelt sich hierbei, wie wir aus den Figuren ersehen, meist nur immer um die unmittelbare

Fig. 56. Fig. 59. Fig. 60.

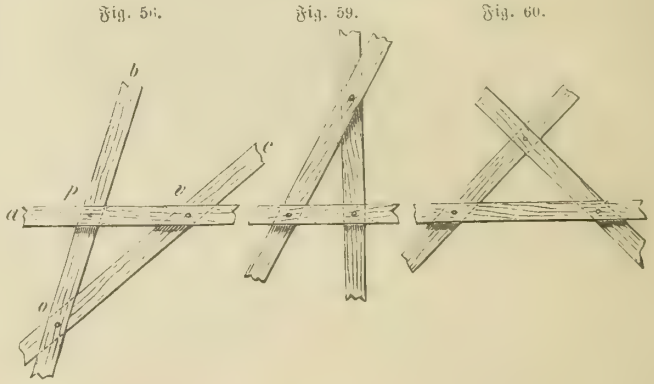
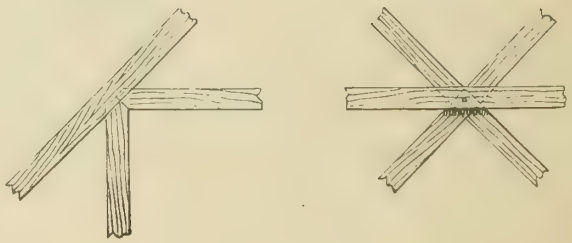


Fig. 57. Fig. 58.



Verbindung zweier Hölzer miteinander, und die gebräuchlichsten dieser wollen wir jetzt kennen lernen. Dabei unterscheiden wir die Fälle, in welchen die beiden Hölzer in einer oder in verschiedenen Ebenen liegen, und berücksichtigen außerdem noch, da wo es nötig ist, den Umstand, ob beide Hölzer, eines oder gar keines, über den Kreuzungspunkt hinaus reichen.

§ 7.

a. Die Hölzer liegen in einer Ebene.

Wenn die Richtungen, d. h. die Winkel, unter welchen sich die Hölzer kreuzen, auf die Verbindung selbst ohne Einfluß sind, nehmen wir der Bequemlichkeit wegen die Kreuzung immer unter rechten Winkeln an, und nur wo eine besondere abweichende Verbindungsweise durch andere Winkel bedingt wird, wollen wir letztere berücksichtigen.

Zu den hierher gehörigen Verbindungen rechnen wir die

Überblattungen oder Überschneidungen. Fig. 61 zeigt die gewöhnliche Überblattung, und zwar, wenn beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausgehen, bei Fig. 62, wenn dies nur bei einem der Fall ist, und bei Fig. 63, wenn beide im Kreuzungspunkte endigen. Die Verbindung erklärt sich durch die Figuren genügend, und ist nur zu bemerken, daß bei den in Fig. 62 und 63 gezeichneten Fällen das Blatt verbohrt zu werden pflegt. Gewöhnlich wird aus jedem Holze die halbe Stärke ausgeschnitten; im allgemeinen muß aber der Grundsatz festgehalten werden, daß das Holzstück, welches aufliegt, d. h. getragen wird,

Fig. 61.

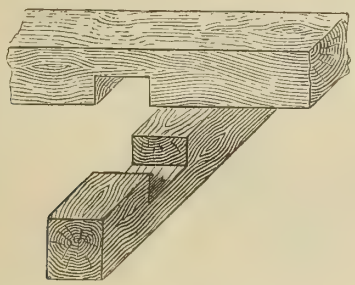


Fig. 62.

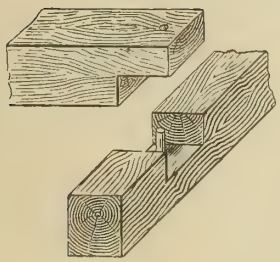
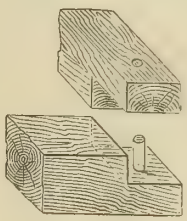


Fig. 63.



weit eher eine Schwächung ertragen kann, als dasjenige, welches trägt, wogegen Verstöße häufig genug vorkommen. Fig. 64 zeigt die Überblattung mit Versatzung, eine bei Zimmerungen ziemlich selten vorkommende Verbindung. Die Versatzung hat den Zweck, den Einfluß, welchen das Eintrocknen der Hölzer auf die Genauigkeit der Verbindung ausübt, weniger schädlich zu machen.

Eine nur als Eckverbindung übliche Überblattung zeigt Fig. 65 unter dem Namen der Ecküberblattung mit schrägem Schnitt. Die schräge Fläche der Blätter verhütet eine Trennung der Verbindung, so lange sich das obere Holz nicht heben kann, und da die Schwellen hölzerner Gebäude immer verhältnismäßig stark belastet sind, so daß bei ihnen ein Heben nicht vorausgesetzt werden kann, so ist die gezeichnete Verbindung bei Schwellenkreuzungen sehr gebräuchlich; die eingeschriebenen Verhältnismaße machen die Konstruktion deutlich.

Das schwalbenschwanzförmige Blatt, Fig. 66, verhütet ein Herausziehen des eingeblatteten Holzes a, und das schwalbenschwanzförmige Blatt mit Brüstung, Fig. 67, schont bei demselben Zwecke das Holz, in welches

Fig. 64.

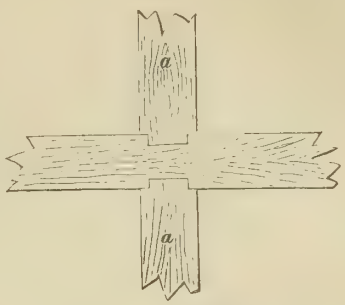


Fig. 65.

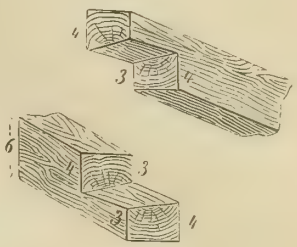
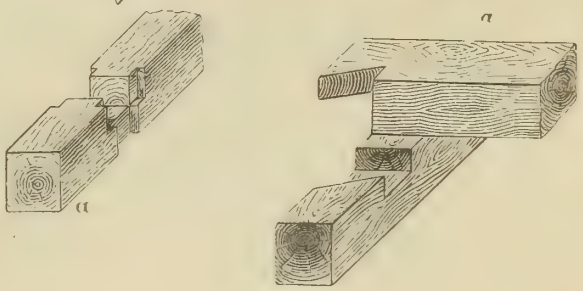


Fig. 66.



das Blatt eingesetzt werden soll, indem für dasselbe nur $^1/_3$ der Holzstärke fortgestemmt wird, während sich durch

Fig. 67.

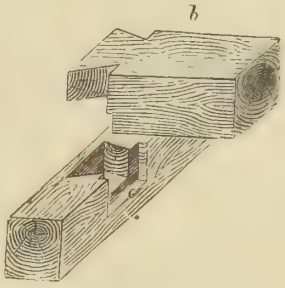
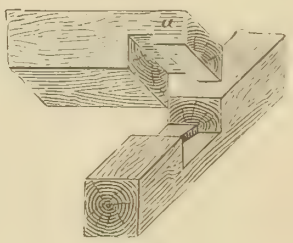
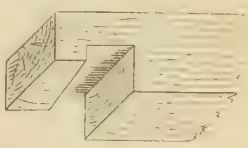


Fig. 68.



die Brüstung (der Vorsprung bei c) das Holz b doch mit seiner halben Stärke auf das andere Holz stützt; zugleich ist durch eine Verkürzung des Blattes dessen Hirnholz versteckt.

Fig. 69.

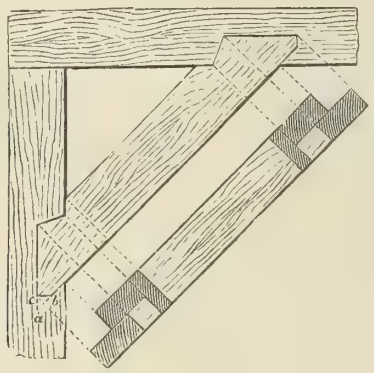


Den Zweck, das Herausziehen des eingeblatteten Holzes zu verhüten, erfüllt auch die hakenförmige Überblattung, Fig. 68, welche indessen den beiden vorigen Verbindungen deshalb nachsteht, weil der Haken a sehr leicht abgesprengt wird. Mit einer kleinen Abänderung wird die hakenförmige Überblattung auch als Eck-

verbindung, d. h. da benutzt, wo keines der sich kreuzenden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht. Fig. 69 zeigt diese Verbindung und zugleich, daß vermöge des keilförmig gestalteten Hakens die Verbindung auch nach keiner Richtung des Holzes ausweichen kann. Die Verbindung ist besonders bei Wandschwellen sehr gebräuchlich und für eine Ecküberblattung auch wohl die beste, weshalb wir ihr diesen Namen ausschließlich beilegen wollen.

In Fig. 66 haben wir zwar schon ein schwalbenschwanzförmiges Blatt kennen gelernt, jedoch nur bei rechtwinkliger Kreuzung der Hölzer; um nun auch die geringe

Fig. 70.



Abänderung kennen zu lernen, welche stattfindet, wenn sich die Hölzer unter einem andern Winkel kreuzen, so ist eine solche Überblattung in Fig. 70 gezeichnet, wobei nur zu bemerken bleibt, daß der Winkel bei c immer ein rechter, und a c = b c ist.

Die Verzapfungen. Diese Verbindungen kommen mit wenigen, seltenen Ausnahmen nur in den Fällen vor, in welchen nur eines oder gar keines der zu verbindenden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht. Hingegen ist es nicht nötig, daß die Hölzer in einer Ebene liegen, wenn auch gewöhnlich wenigstens auf einer ihrer Seiten, so daß auf dieser die Oberflächen der verbundenen Hölzer in eine Ebene zusammenfallen. Diese Seite nennt der Holzarbeiter die Bundseite, und sagt, die Hölzer sind bündig, wenn ihre Oberflächen in eine Ebene fallen.

Die Verzapfungen kommen in der Praxis am häufigsten von allen Verbindungen vor, obgleich sie sehr oft zweckmäßiger durch Überblattungen ersetzt werden können. Gegen die Verzapfungen ist einzuwenden, daß sie schwer zu kontrolliren sind, denn ist einmal die Verbindung bewirkt, so ist sie auch versteckt, und man kann es nicht sehen, ob der Zapfen nicht viel zu klein und das Zapfenloch viel zu groß gemacht ist. Stehen ferner die eingezapften Hölzer geneigt oder vertikal, und liegen diejenigen, in welche sie eingezapft sind, horizontal unter den ersteren, so wird sich die an den stehenden Hölzern hinabziehende Feuchtigkeit in den Zapfenlöchern sammeln und hier zum Verfaulen der Hölzer Veranlassung geben. In solchen Fällen sollten daher die Zapfenlöcher an ihren bezüglich tiefsten Stellen durchbohrt werden, damit das etwa eingedrungene Wasser ablaufen oder doch wenigstens die Luft besser in die Zapfenlöcher treten kann.

Die Verbindung selbst ist sehr einfach; so zeigt Fig. 71 den einfachen, geraden Zapfen, seine Länge a b ist gleich dem vierten bis dritten Teile der Stärke des mit dem Zapfenloche versehenen Holzes, seine Stärke a c gleich

Fig. 71.

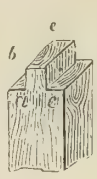


Fig. 73.

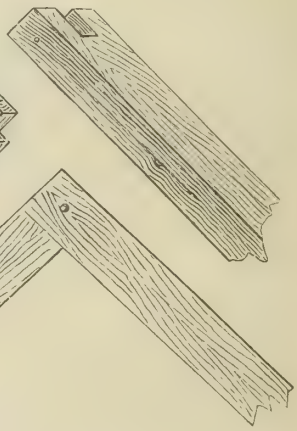
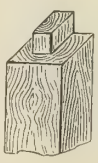


Fig. 72.



$^1/_3$ und seine Breite b e gleich der Stärke des eingezapften Holzes. Die Verbindung wird meistens verbohrt, und dann ist darauf zu sehen, daß das Loch so eingebohrt wird, daß es den Zapfen nahe an seiner Wurzel durchbricht, damit das davor stehen bleibende Holz, das allein durch seine Parallelkohäsion dem Ausreißen des Nagels widersteht, eine möglichst große Fläche des Zusammenhanges bekommt.

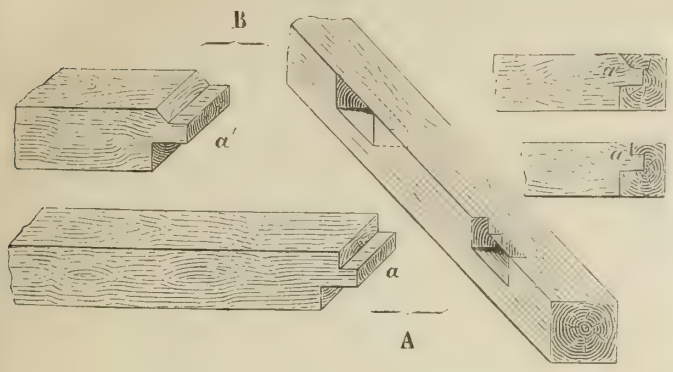
Fig. 72 zeigt den sogenannten geächselten oder zurückgesetzten Zapfen, eine Verbindung, die dann angewendet wird, wenn keines der beiden Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht; der fehlende Teil des Zapfens bildet in seiner Grundfläche gewöhnlich ein Quadrat.

Fig. 73 ist der Scherzapfen, ebenfalls eine Eckverbindung, hauptsächlich an den oberen Verbindungspunkten der Dachsparren gebräuchlich. Die Stärke des Zapfens ist wieder gleich $^1/_3$ der des Holzes.

Fig. 74 zeigt in A und B zwei verschiedene Arten Brustzapfen, die nur in horizontaler Lage und da Anwendung finden, wo das eingezapfte Holz eine große Last zu tragen hat (besonders bei den Auswechselungen der Balkenlagen), weil es, vermöge der Brüstung a oder a′, mit seiner halben Stärke aufliegt. Fig. 74 B ist nur durch den oberen schrägen Schnitt von Fig. 74 A verschieden und zeigt daher, wenn beide Hölzer zusammengesteckt sind, die gewöhnliche Verzapfung.

Der schwalbenschwanzförmige Zapfen, Fig. 75, soll das Herausziehen des eingezapften Holzes verhindern,

Fig. 74.



indem der Keil a in die für ihn ausgesparte Öffnung a' getrieben wird. Die Verbindung ist sehr gut und wirksam.

Fig. 76 zeigt den Kreuzzapfen, welcher, bei Wandpfosten und Schwellen angewendet, den Übelstand beseitigt,

Fig. 75.

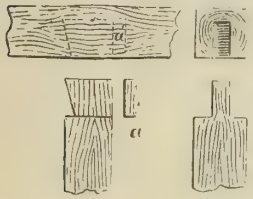
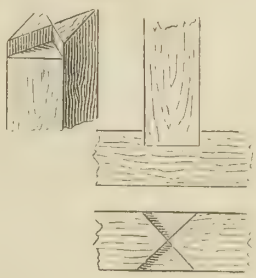


Fig. 76.



daß sich Feuchtigkeit in dem Zapfenloche ansammeln kann, welche, in diesem Falle durch ein gewöhnliches Zapfenloch in die Mitte des Holzes geleitet, ein baldiges Verfaulen des letzteren herbeiführen würde.

Der schräge Zapfen, Fig. 77, kommt sehr vielfach zur Anwendung, und ist einer von denen, bei welchen das Zapfenloch etwa bei a durchbohrt sein sollte, damit das an dem eingezapften Holze B herablaufende Wasser entweder ablaufen oder doch schnell austrocknen kann. Eine nachteilige Schwäche des Holzes A durch das nur ca. 10 mm weite Bohrloch ist nicht zu befürchten.

Bei sehr starken Bauhölzern, wie sie namentlich bei Wasserbauten so häufig zur Anwendung kommen, wendet man zuweilen den Doppelzapfen, Fig. 78, an, der indessen vor dem einfachen (nur verhältnismäßig stärkeren) Zapfen kaum Vorteile haben dürfte.

Sehr gut indessen ist der einfache und doppelte Blattzapfen, Fig. 79 A und B, bei starken Hölzern anzuwenden, weil das Blatt Gelegenheit giebt, eine sehr kräftige Verbohrung oder Verbolzung anzubringen. Das Blatt enthält $^1/_4$ der Holzstärke. Der doppelte Blattzapfen, Fig. 79 B, kann da Anwendung finden, wo zwei sich rechtwinklig kreuzende horizontalliegende Hölzer beide durch ein vertikal stehendes Holz unterstützt werden sollen.

Fig. 77.

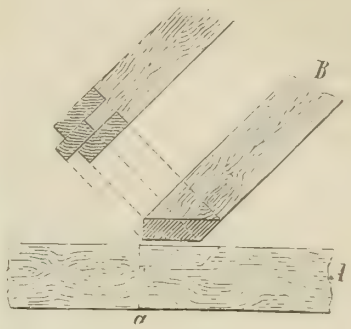


Fig. 80.

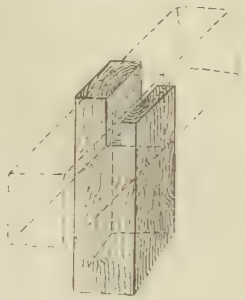
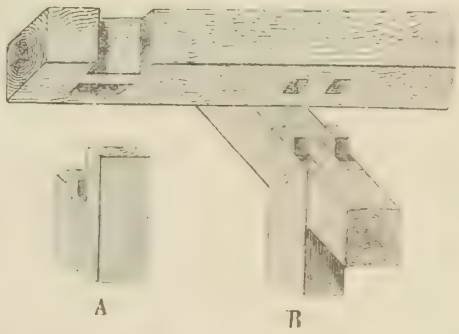


Fig. 78.

Fig. 79.



Der Seitenzapfen, Fig. 80, kommt da vor, wo zwei zu verbindende Hölzer auf keiner Seite bündig sind.

Fig. 81.

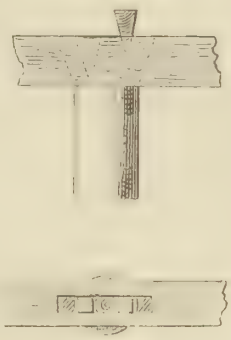


Fig. 82.

Den Zapfen macht man so stark als den Zwischenraum zwischen ihm und dem Blatte, dessen Stärke sich durch die Lage der Hölzer gegeneinander von selbst ergiebt.

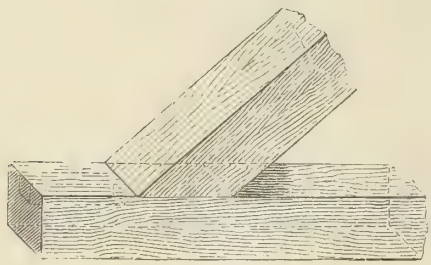
Fig. 81 zeigt den sogenannten Grundzapfen. Das durch das aufzuzapfende Holz ganz hindurchreichende Zapfen-

loch ist nach oben zu etwas erweitert, und in den ebenfalls ganz durchreichenden Zapfen werden ein Paar schlanke Holzkeile getrieben, so daß das Zapfenloch durch den nun nach oben hin breiter gewordenen Zapfen ganz erfüllt wird. Der Zweck dieser Verbindung, welche nur bei Grundbauten Anwendung finden dürfte, liegt klar vor Augen.

Soll mit zwei bereits fest miteinander verbundenen Hölzern A und B, Fig. 82, noch ein drittes C mittels Zapfen verbunden werden, so erhält das letztere an einem Ende, hier bei b c, einen sogenannten Jagdzapfen, der in sein Zapfenloch mit Gewalt eingetrieben („eingejagt") und dann verbohrt wird. Der Teil b c der Stirn des Jagdzapfens muß, nach einem aus dem Punkte a beschriebenen Kreisbogen, abgerundet werden, wovon der Grund einleuchtend sein wird. Die Verbindung kann keine gute genannt werden, und steht der in Fig. 70 gezeichneten, durch Blattung bewirkten gewiß weit nach.

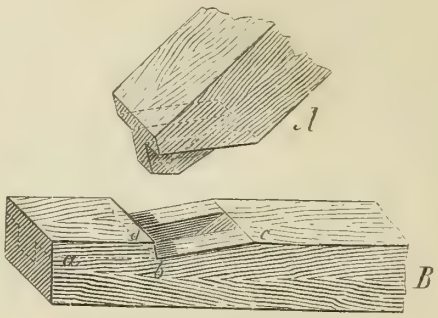
Die Versatzungen (das Anstirnen). Bei zwei durch den schrägen Zapfen, wie in Fig. 83, verbundenen Hölzern

Fig. 83.



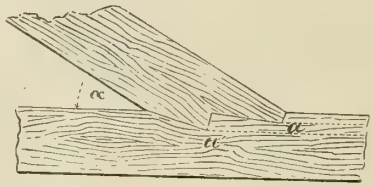
zerlegt sich eine in der Längenachse des eingezapften Holzes wirkende Pressung im Verbindungspunkte in eine vertikal abwärts- und in eine horizontal seitwärts wirkende Kraft; der ersten wird meistens hinreichender Widerstand entgegentreten, nicht aber der zweiten. Diese nimmt die Parallelkohäsion des Holzes in Anspruch. Denn wird das vor der Stirn des Zapfens befindliche, in Fig. 83 punktirt gezeichnete Stück Holz parallel mit den Holzfasern zwischen diesen herausgedrängt, so findet die den Zapfen horizontal herausdrängende Kraft keinen Widerstand mehr, d. h. die Parallelkohäsion ist überwunden. Über die Größe dieser letzteren sind wenig Versuche angestellt; diese zeigen aber, daß sie mit der Größe der Fläche des Zusammenhanges, in welchem das herauszudrängende Holzstück steht, im geraden Verhältnis wächst, und es also darauf ankommt, diese Fläche zu vergrößern. Gestaltet man daher den Zapfen nach Fig. 84, d. h. giebt man ihm eine einfache Versatzung, so ist die Fläche des Zusammenhanges (durch punktirte Linien angedeutet) jedenfalls größer als vorher, weshalb diese Verbindung dort angewendet zu werden pflegt, wo eine große horizontale Pressung vorausgesetzt werden muß. Damit nun aber der Zusammenhang in der Trennungsfläche nicht etwa durch ein Aufspalten längs der Linie a b, Fig. 84, geschmälert wird, was stattfinden könnte, sobald eine Drehung des Holzstückes A um den Punkt c eintritt, so sollte, streng

Fig. 84.



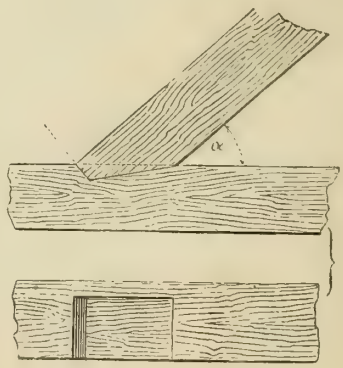
genommen, die Linie b d ein aus c beschriebener Kreisbogen sein. Da die Bearbeitung desselben indessen etwas schwierig ist, so begnügt man sich damit, die Linie b d geradlinig und so zu bearbeiten, daß sie ihrer Richtung nach den

Fig. 85.



Winkel, welchen die Holzstücke A und B miteinander bilden, halbirt, wodurch ein Aufspalten desselben verhütet wird. Die Tiefe der Versatzung, d. h. die Tiefe, um welche der Punkt b unter der Kante d c liegt, beträgt 3—6 cm oder etwa $^1/_6$ der Stärke des Holzes B.*)

Fig. 86.



Wenn das einzuzapfende Holz stark ist und zugleich der Neigungswinkel α desselben ein kleiner, so wendet man wohl nach Fig. 85 die sogenannte doppelte Versatzung an, bei welcher aber, wenn sie recht

*) Sind die Streben außergewöhnlich belastet, wie dies bei Spreng- und Hängwerken der Fall ist, so verläßt man sich nicht allein auf die Holzverbindung, sondern nimmt noch Eisen zu Hilfe, wie wir später sehen werden. Durch immer mehr ausgedehnte Verwendung des Eisens haben die Holzverbindungen viel von ihrem Werte verloren, was insbesondere bei Groß-Konstruktionen gesagt werden kann.

wirksam sein soll, der Punkt a′ tiefer als a liegen muß, wofür der Grund einleuchtend sein wird.

Zuweilen läßt man auch wohl die Zapfen bei den Versatzungen ganz fort und gestaltet sie einfach nach Fig. 86 oder auch doppelt nach Fig. 85. In diesem Falle muß aber, wenn diese Verbindung sicher sein soll, der Neigungswinkel α, Fig. 86, nicht zu klein (nicht unter 30° etwa) und die Länge des vor der Versatzung befindlichen Holzstückes so bedeutend sein, daß ein Überwinden der Parallelkohäsion nicht zu fürchten ist, oder es muß der Zusammenhang dieses abzusprengenden Stückes mit dem Ganzen dadurch vergrößert werden, daß man das zu versatzende Holz schwächer nimmt, als das, in welches die Versatzung stattfinden soll, wie dies Fig. 86 auch zeigt. Finden die eben gemachten Voraussetzungen statt, so sind die Versatzungen ohne Zapfen besser, weil sie den allen Verzapfungen eigenen Nachteil nicht haben.

Fig. 87.

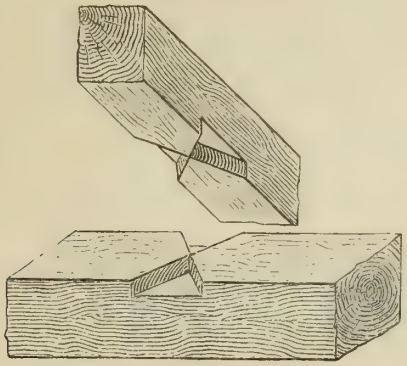


Fig. 88.

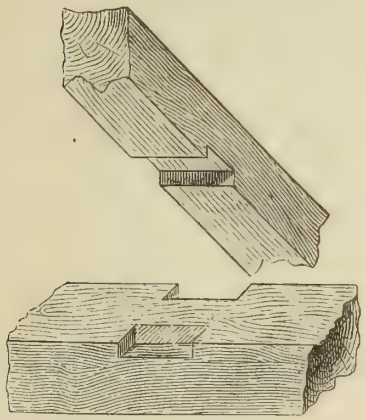


Fig. 89.

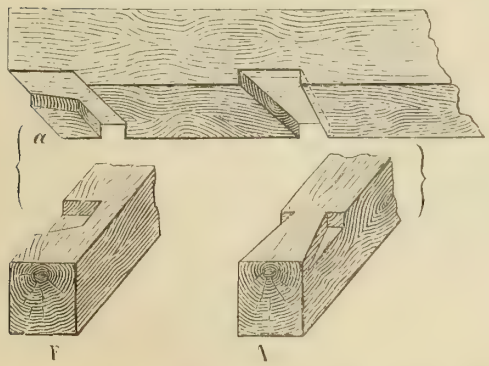


Fig. 90.

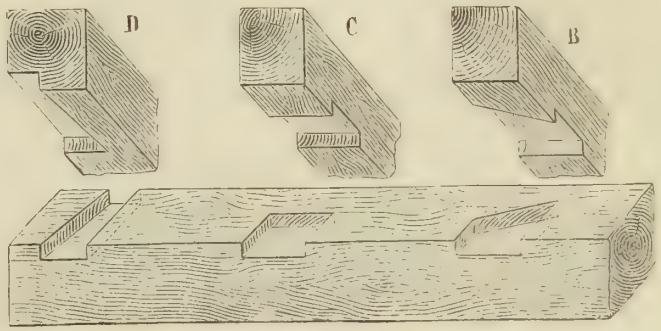
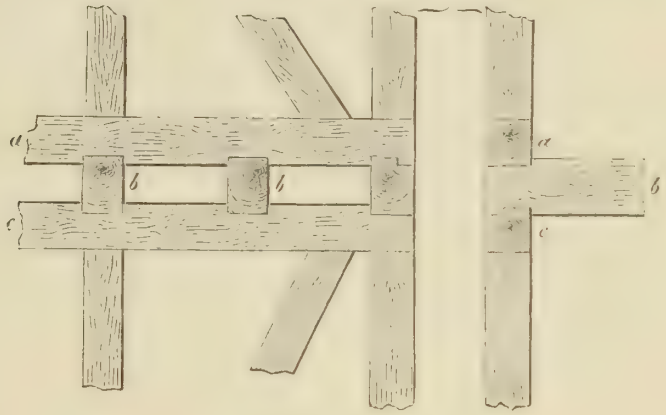


Fig. 91.



§ 8.

b) Die Hölzer liegen in verschiedenen Ebenen.

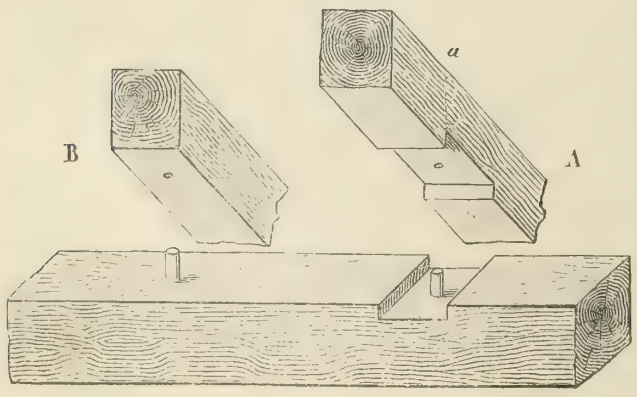
Unter den hier zu besprechenden Verbindungen nennen wir zuerst die Verkämmungen. Die Verbindung bezweckt, das Verschieben der Hölzer aufeinander zu verhüten, was durch ein gegenseitiges Ineinandergreifen erlangt wird, ohne daß dabei die Oberflächen der Hölzer in eine Ebene gebracht werden, weil sonst Überblattungen entstehen würden. Bei den Ver- oder Überkämmungen kommen die erwähnten drei Fälle vor, daß beide Hölzer, oder nur eines, oder gar keines über den Kreuzungspunkt hinausreichen. Das Wesentliche der Verbindung besteht darin, daß, wo die Hölzer mit ihrer Oberfläche sich berühren, aus dem einen nach irgend einer Form eine Vertiefung ausgearbeitet wird, in welche eine am andern Ende ausgesparte Erhabenheit, der Kamm, genau passend eingreift, während für den Kamm des ersten

Holzes im zweiten eine passende Vertiefung sich findet. Die Form dieser Kämme ist, besonders in dem Falle, wenn beide Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreichen, ziemlich gleichgültig, und sind die am häufigsten vorkommenden in den Fig. 87 und 88 dargestellt.

Endverkämmungen, d. h. solche, bei welchen nur eines der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht, sind in Fig. 89 bei A und in Fig. 90 bei B und C dargestellt. Die mit B und C bezeichneten sind zwar gebräuchlicher, stehen aber der schwalbenschwanzförmigen Verkämmung bei A nach, weil bei dieser der Kamm im Zusammenhange mit dem übrigen Holze bleibt, wodurch er einem Zuge bei weitem wirksamer widerstehen kann, als die hakenförmigen Kämme B und C, die leicht abspringen. Die Tiefe der Kämme beträgt im allgemeinen etwa 24 mm. Fig. 89 und 90 zeigen bei E und D Eckverkämmungen oder solche, bei denen keines der Hölzer über den Kreuzungspunkt hinausreicht, von welchen die mit E bezeichnete der mit D bezeichneten nachsteht, weil der kleine isolirte Kamm a leicht abspringt. Die Anwendung der Verkämmungen zeigt Fig. 91 in der Ansicht und dem Durchschnitt.

Das Verdollen (Aufdollen). An manchen Orten, Karlsruhe, Stuttgart ꝛc., ist statt des Verkämmens eine andere Verbindung gebräuchlich, die man das Auf- oder Verdollen nennt. Von den zu verbindenden Hölzern wird eines in der ganzen Breite des andern um die Kammtiefe (24 mm) ausgeschnitten, so daß es nach der Richtung seiner eigenen Längenachse unverschieblich ist. Um nun die Unverschieblichkeit auch nach der Richtung des andern Holzstückes zu sichern, bekommt dieses nach Fig. 92 A einen

Fig. 92.



24—30 mm starken hölzernen Nagel, gewöhnlich von Eichenholz, den eigentlichen Dollen, welcher in ein in das ausgeschnittene Holz gebohrtes Loch eingreift. Die Verbindung ist, wenn sie einmal bewerkstelligt ist, gut und dem Zwecke entsprechend, und kann noch auf den Vorteil Anspruch machen, daß ein geringes Heben oder Werfen der Hölzer dieselbe nicht so leicht gefährdet, wie bei den Verkämmungen, da diese, um die Hölzer nicht zu schwächen, nur wenig Tiefe haben. Einer größeren Gewalt kann der Dollen aber nicht widerstehen, weil er an seiner schwächsten Seite, der relativen Festigkeit, angegriffen wird. Dieser Übelstand ist indessen nicht von Wichtigkeit, weil große Kräfte selten auf eine solche Verschiebung wirken. Auf Fig. 92 A geht das Holz über den Kreuzungspunkt hinaus; es kann dasselbe aber auch bei a enden, welcher Fall bei Balkenlagen vorkommt. Sehr häufig werden die Balken bloß durch Dollen mit den Mauerlatten verbunden, wie Fig. 92 B zeigt, in welchem Falle der Dollen mehr des bequemeren Aufschlagens als der Festigkeit wegen da ist, indem er nach dem Legen der Mauerlatten den Ort anzeigt, an welchen ein Balken zu legen ist.

Das Aufklauen ist eine Verbindung, die dann vorkommt, wenn ein Holz das andere in der Richtung der Diagonale des Querschnittes schneidet und mit seiner Breite oder Stärke also auf eine Ecke trifft, wie in Fig. 93. Den gabelförmigen Ausschnitt a b c nennt man eine Klaue (Geißfuß). Um das Aufspalten bei a, b und c zu verhüten, werden an diesen Punkten, wie die Figur es zeigt, die Ecken gebrochen, und wenn die Gefahr des Aufspaltens groß ist, so werden beide Teile der Klaue wohl noch durch einen dazwischen stehen gelassenen Steg mit einander verbunden, wie dies in isometrischer Projektion in unserer Figur gezeigt ist.

Fig. 93.

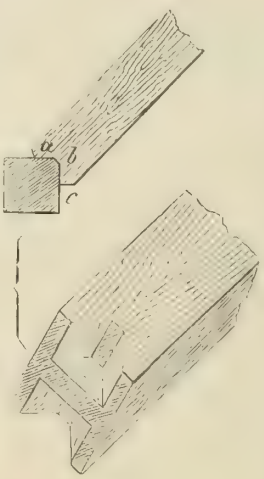


Fig. 94.

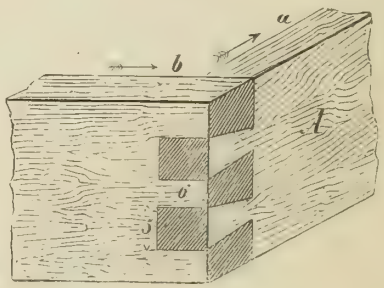
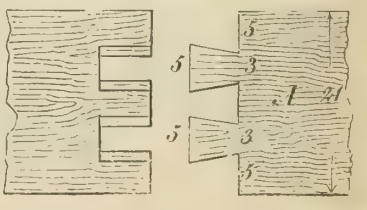


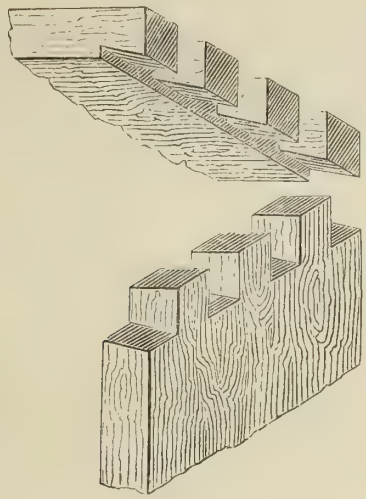
Fig. 95.



Das Verzinken. Diese Verbindung, in den Fig. 94 und 95 in isometrischer Projektion dargestellt, findet nur bei Brettern und Dielen Anwendung und wird daher meistens nur von den Schreinern gebraucht. Unter den Zimmerarbeiten dürfte sie, außer bei Treppenwangen, kaum vor-

kommen. Die Verbindung ist in den Fig. 94 und 95 so deutlich dargestellt, daß nur noch zu bemerken bleibt, daß die keilförmigen Zähne (Zinken) immer an das Holzstück gearbeitet werden müssen, welches keinem Seitendrucke ausgesetzt ist: denn aus Fig. 94 geht hervor, daß das Holz A, nach der Richtung des Pfeiles a, nicht aus der

Fig. 96.



Verzinkung gerissen werden kann, weil die Zähne des Holzes A an der Wurzel schmäler sind als am Kopfe, während ein Ausweichen des Holzes A nach der Richtung des Pfeiles b nicht verhindert wird. Bei den Schreinerarbeiten wird die Verbindung gewöhnlich noch geleimt. Fig. 96 zeigt die sogenannte versetzte Verzinkung, welche übrigens vor der gewöhnlichen keinen besonderen Vorzug hat.

Drittes Kapitel.

Die Hängwerke.

§ 1.

Hängt man einen nur an seinen beiden Endpunkten unterstützten Balken ein oder mehrere Male an gewissen Punkten eines über dem Balken und mit ihm in einerlei Vertikalebene errichteten Zimmerwerks so auf, daß durch letzteres die aus dem Eigengewichte des Balkens und seiner Belastung entstehenden Kräfte auf die Enden des Balkens übertragen werden und hier nur lotrecht auf die Stützpunkte und wagerecht auf die Verlängerung des Balkens wirken können, so heißt die ganze Zusammenstellung ein Hängwerk. Hiernach würde Fig. 97 ein solches Hängwerk in seiner einfachsten Gestalt darstellen. Denkt man sich nämlich das Gewicht und eine auf dem Balken A B liegende Last, zusammen = Q, gleichförmig auf die Länge desselben verteilt, und ist D die Mitte von A B, so kann man annehmen, daß in D $^5/_8$ Q und in N und N' je $^3/_{16}$ Q nach vertikaler Richtung wirken. Sind nun vorläufig A C, C B und C D gewichtslose, unbiegsame und unzerreißbare Linien, so wird sich die Kraft $^5/_8$ Q in zwei gleiche Seitenkräfte V und V' zerlegen lassen, und jede dieser wieder in eine vertikal abwärts wirkende N und N' und in eine horizontal seitwärts wirkende S und S', so daß Q auf die Endpunkte A und B übertragen wird.

Bei einem solchen Hängwerke heißt A B der Haupthalken oder Haupttramen, A C und B C sind die Streben oder Hängstreben, und C D ist die Hängsäule, die mit dem Tramen durch ein Hängeisen fest verbunden ist. Das Ganze nennt man einen einfachen Hängbock.

Fig. 97.

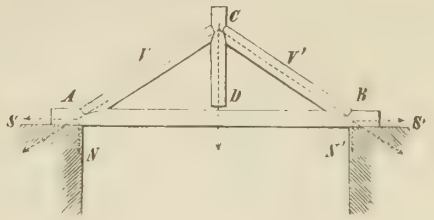
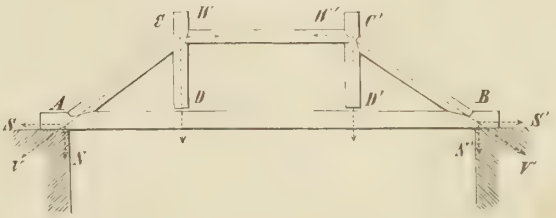


Fig. 98.



Reicht eine einmalige Unterstützung des Balkens zwischen seinen Endpunkten nicht aus, so können deren zwei nach Fig. 98 angeordnet werden, wodurch der doppelte Hängbock entsteht. Ein solcher hat wieder einen Haupttramen A B und zwei Hängstreben A C und B C', nun aber auch zwei Hängsäulen C D und C, D', und einen Spann- oder Bruströgel C C'. Nimmt man vorläufig in D und D' zwei gleiche ihrer Größe nach gegebene Kräfte P lotrecht wirkend an, so wird sich jede derselben in zwei Seitenkräfte V W und V' W' zerlegen lassen. V und V' wirken in der Richtung der Streben, W und W' in der des Spannriegels. Erstere zerlegen sich wieder nach horizontaler Richtung in die Kräfte S und S', und nach vertikaler in die mit N und N' bezeichneten. Es ist also hier, wie bei dem einfachen Hängbocke, alle Last auf die Enden des Balkens übertragen, nur mit dem Unterschiede, daß der Spannriegel noch einer Pressung seiner Länge nach ausgesetzt wird.

Durch Verbindung des einfachen und doppelten Häng-

bocks lassen sich nun die größeren, mit mehr als zwei Hängsäulen versehenen Hängwerke zusammensetzen, und umgekehrt werden sich die größten wieder in diese beiden zerlegen lassen. Fig. 99 zeigt ein Hängwerk mit drei Hängsäulen, welches aus einem einfachen Hängbock A B C, der den doppelten A D E B umschließt, besteht. Der Spannriegel D E läßt sich indessen, nach Fig. 100, auch in zwei Streben verwandeln, wodurch in der Hauptsache keine Veränderung eintritt, denn daß hier ebenso wie in Fig. 99 die ganze Last auf die Enden A und B des Tramens übertragen wird, zeigt eine aufmerksame Betrachtung der Figur ohne weitere Worte. Fig. 101 zeigt ein Hängwerk mit vier Hängsäulen, aus zwei über einander gestellten doppelten Hängböcken bestehend; und Fig. 102 eine Abänderung, welche die beiden längeren Hängsäulen auf das Maß der übrigen zurückführt, dafür aber auch die äußeren Hängsäulen doppelt verlangt. Fig. 103 und 104 zeigen fünf

§ 2.

Verbindungen der Hängwerke.

Nachdem wir gesehen haben, nach welchen Richtungen die Kräfte bei den Hängwerken thätig sind, deren Größebestimmung später im mathematischen Teil folgen wird, wenden wir uns jetzt zu den einzelnen Verbindungen der Hölzer der Hängwerke.

Verbindung der Streben mit dem Tramen. Die Verbindung wird durch den schrägen Zapfen, mit einfacher oder doppelter Versatzung bewirkt, wie dieselbe in Fig. 84 gezeichnet ist; dort wurde gesagt, daß die Richtung der Stirn der Versatzung den Winkel, den beide Hölzer mit einander bilden, halbiren solle, und gewöhnlich folgt man auch dieser Regel. Streng genommen sollte die Stirn der Versatzung aber senkrecht zu der Richtung der Resultante gerichtet sein, die aus dem Horizontalschube S

Fig. 99.

Fig. 100.

Fig. 101.

Fig. 102.

Fig. 103.

Fig. 104.

Hängsäulen, und zwar ist in Fig. 104 der lange Spannriegel vermieden; eine Abänderung, die sich auch bei Fig. 101 anbringen läßt. Letztere Anordnung gewährt den oft sehr wesentlichen Vorteil, den Haupttramen mit Hilfe des auf ihn hinabgelegten Spannriegels bequemer und sicherer stoßen zu können.

Auf dieselbe Weise läßt sich die Anzahl der Hängsäulen noch weiter vermehren, indem das System immer aus dem als Elemente geltenden, einfachen und doppelten Hängbock zusammengesetzt erscheint. Da übrigens die Anzahl der Hängsäulen in der Anwendung sehr bald eine Grenze erhält, und bei Hochbauten selten über drei, höchstens vier steigen wird, bemerken wir hier nur beiläufig, daß es uns vor der Hand nur auf das Prinzip der Konstruktion ankommt, und wir die Anwendung derselben auf Dachkonstruktionen ꝛc. später besprechen. Was das Allgemeine anbetrifft, so ergiebt sich schon aus den Fig. 97 bis 104, daß die Hängwerke mit einer ungeraden Anzahl Hängsäulen, weil sie in ihrer Hauptform ein Dreieck bilden, den Vorzug vor denen mit einer geraden Anzahl verdienen, weil sie an und für sich unverschieblicher sind.

und dem lotrechten Drucke sich ergiebt. In Fig. 105 ist eine Verbindung gezeichnet, wo die Stirnen c d und a b rechtwinklig zu a e stehen, und bei der man nur darauf zu sehen hat, daß der Punkt b zwar tiefer in das horizontalliegende Holz greift als d, aber doch nicht so tief, daß dadurch jenes zu sehr geschwächt würde. Ist die Strebe schwächer (schmäler) als der Tramen, wie dies Fig. 105 zeigt, so ist ein Zapfen an der Strebe nicht nötig; sind aber die Hölzer auf beiden Seiten bündig, so darf ein Zapfen, wenn auch nur kurz, nicht fortbleiben.

In den meisten Fällen findet man durch Strebe und Tramen einen oder mehrere Bolzen gezogen, oder Bänder umgelegt, die eine recht innige Verbindung bewirken, und namentlich eine Drehung um den Punkt b, Fig. 105, verhüten sollen. Eine solche dürfte indessen sehr selten eintreten, und noch seltener so bedeutend werden, daß ein Herausspringen aus der Versatzung zu befürchten wäre, besonders nicht bei der Anordnung, wie in Fig. 105. In diesem Falle daher und bei einer Größe des Winkels α von und über 30 Grad können die Bolzen fortbleiben. Sind indessen die Versatzungen nach Fig. 106 nur wenig tief eingeschnitten,

und ist der Winkel α sehr klein, so können, der Vorsicht wegen, ein oder zwei Bolzen angeordnet werden, die jedenfalls den Bändern vorzuziehen sind, weil man letztere nach dem Zusammentrocknen der Hölzer nicht wohl wieder fest anziehen kann. Die Bolzen können entweder senkrecht zur Strebe oder senkrecht zum Tramen gerichtet sein; das erstere ist gebräuchlicher, und in beiden Fällen muß man entweder durch passende Einschnitte, wie bei a, oder durch untergelegte keilförmige Eisenstücke, wie bei b, dafür Sorge tragen, daß sowohl der Kopf des Bolzens als die Schraubenmutter senkrecht auf die Achse desselben gerichtet werden können. Ob die Schraubenmutter oben oder unten angeordnet werden soll, richtet sich danach, an welche Stelle man künftig am leichtesten ankommen kann, um, wenn es nötig geworden, ein Nachziehen der Schrauben vorzunehmen.

Fig. 105.

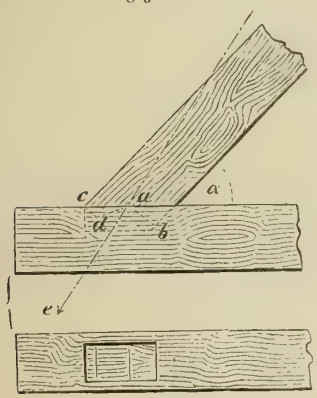


Fig. 109.

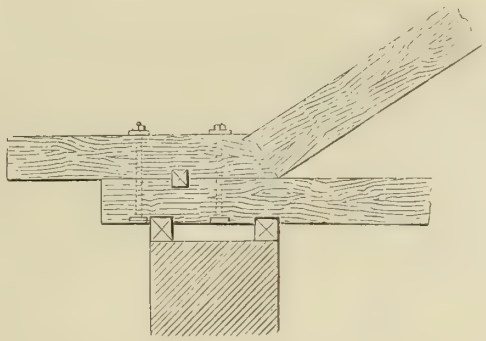


Fig. 110.

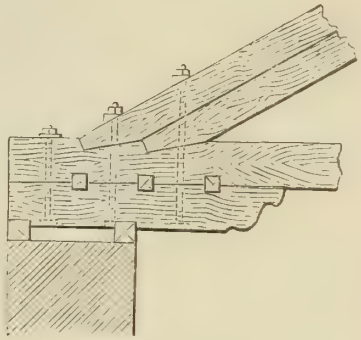


Fig. 106.

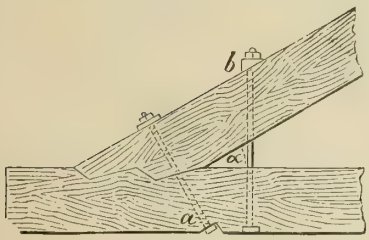


Fig. 107.

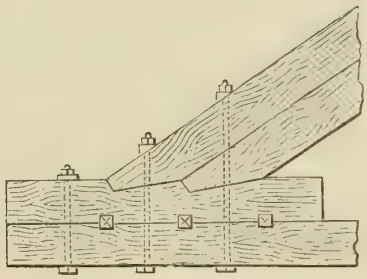
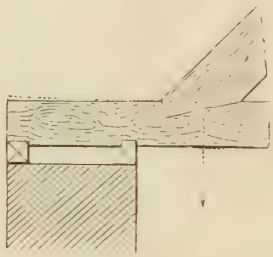


Fig. 108.



Zuweilen, und besonders dann, wenn mehrere Streben über einander liegen, fürchtet man, durch die großen Zapfenlöcher den Tramen zu sehr zu schwächen, und legt dann einen Schuh von hartem (eichenem) Holze auf den Tramen, der mit diesem verzahnt oder verdübelt wird und die Streben aufnimmt. Fig. 107 zeigt diese Anordnung. In diesem Falle, in welchem man, wegen des aufgedübelten Schuhes, der Schraubenbolzen ohnehin bedarf, kann man dieselben dann auch durch die Streben reichen lassen und sie nun vertikal stellen. Diese große Vorsicht, an sich ganz vortrefflich, ist indessen bei Hochbauten in der Regel nur eine Verschwendung, weil es sich hier selten um so bedeutende Pressungen handelt, wie dies bei größeren Brückenkonstruktionen der Fall ist, wo daher dergleichen Schuhe sehr zu empfehlen sind, weil sie eine Erneuerung sehr leicht erlauben, wenn das an den Streben herablaufende Wasser ein Faulen in den Zapfenlöchern bewirkt hat; auch kann man unterhalb verfaulte Streben nachschneiden, wenn man zugleich einen neueren stärkeren (höheren) Schuh anbringt. Bei Dachkonstruktionen kommt es wohl vor, daß man zur Anbringung eines weitausladenden hölzernen Gesimses sehr lange und daher teurere Tramen verwenden müßte; dann kann man die in Fig. 108 gezeichnete Anordnung treffen, die zugleich den Vorteil gewährt, daß die Strebe mit ihrem Hirnende gegen Hirnholz strebt und alle Zapfenlöcher entbehrlich werden; ein ganz kurzer Schlitzzapfen verhütet ein Seitwärtsausweichen der Strebe.

Bei dieser Gelegenheit ist indessen darauf aufmerksam zu machen, daß die aus der Belastung der Strebe im Fußpunkte derselben erwachende vertikale Pressung noch die Stütze des Tramens, d. h. gemeiniglich die Mauer, auf welcher er aufliegt, treffen muß, oder doch wenigstens nicht weit über die innere Kante hineinfallen darf; denn da sich hier die ganze vertikale Presse konzentrirt, so könnte leicht eine Biegung eintreten, die sehr nachteilig auf die Unterstützung wirken würde. Hierbei kann es nun leicht kommen, daß bei nicht sehr langen Tramen, oder bei einer schmalen

Stützfläche, und weil man mit den Versatzungen dem Ende des Tramens nicht zu nahe kommen darf, diese nachteilige Biegung zu befürchten ist, alsdann thut ein Schuh wieder gute Wirkung (Fig. 109); oder man bolzt auch wohl unter den Tramen ein Holz nach Fig. 110. Bei beiden Anordnungen ist der Zweck derselbe, nämlich durch Verstärkung des Tramens seine Biegsamkeit zu verringern oder seine Steifigkeit zu vermehren. Ist die Höhenlage des Tramens gegeben, so ist die letztgenannte Anordnung dem Schuh vorzuziehen, weil die Streben nichts in Beziehung auf den Winkel α verlieren, denn wenn das obere Ende der Streben fixirt ist, so wird der Strebewinkel α kleiner, wenn man den Fuß derselben erhöht, was bei der Anwendung eines oberen Schuhes geschieht.

Die Verbindung der Streben mit der Hängsäule. Die Verbindung beruht auf denselben Grundsätzen wie die vorige. Denken wir uns den Tramen in vertikaler Stellung, so ist der Fall durchaus derselbe, nur muß zur

Fig. 111.

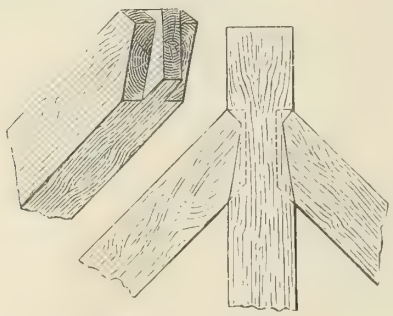
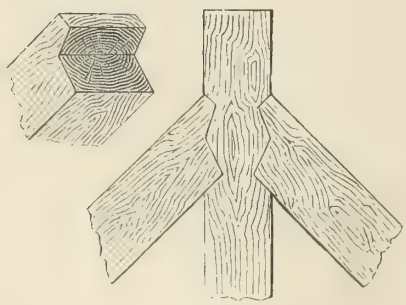
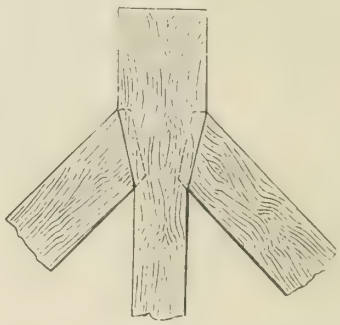


Fig. 112.



Bestimmung der Entfernung des Zapfenlochs von dem Ende der Hängsäule nicht der Horizontalschub, sondern die in der Hängsäule vertikal wirkende Spannung in Rechnung gestellt werden. Wir wissen aber, daß die Streben mit einer Kraft, gleich dem Horizontalschube am Fuß derselben, auf Zusammenpressung der Hängsäule wirken, und da dies in einer auf die Fasern der letzteren senkrechten Stellung geschieht, in der ohnehin schon durch das Schwinden und Zusammentrocknen des Holzes eine Verringerung der Dimensionen eintritt, so erfordert dieser Umstand alle Aufmerksamkeit, und man macht deshalb in den meisten wichtigen Fällen die Hängsäulen doppelt, um im Innern derselben beide Streben mit ihren Hirnflächen gegen einander sich stemmen zu lassen. Fig. 111 und 112 zeigen die üblichen Versatzungen bei einfachen Hängsäulen, wobei in Beziehung auf die Richtung der Stirnen derselben ganz dasselbe gilt, wie am Fuß der Strebe. Die Anordnung nach Fig. 113 läßt sich dann oft

Fig. 113.



mit Vorteil anwenden, wenn das zur Hängsäule bestimmte Holz schon im rohen Zustande eine solche Form hat, daß die in der Figur dargestellte ohne großen Holzverlust zu erreichen ist.

Fig. 114.

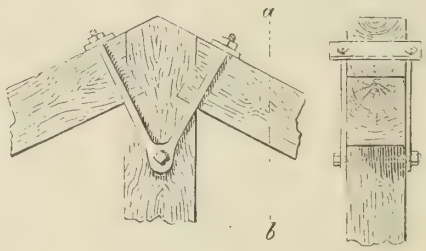
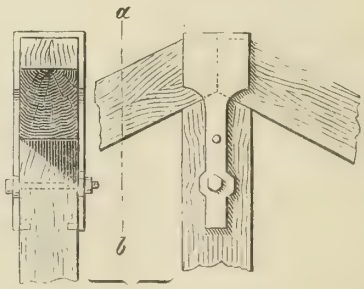


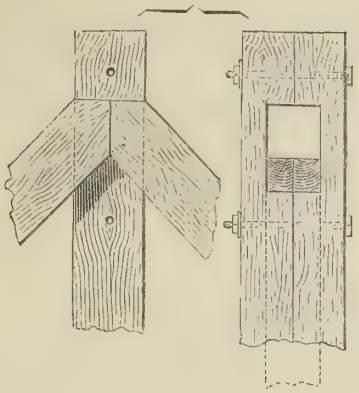
Fig. 115.



Zuweilen ist oberhalb der Streben nicht so viel Raum vorhanden, um einen gehörig langen Kopf an der Hängsäule stehen zu lassen, in welchem Falle man dann eine Befestigung, mit Zuhilfenahme des Eisens, zu erreichen suchen muß. Die Fig. 114 und 115 zeigen dergleichen, von denen die Kappe in Fig. 115 schon deshalb den Vorzug verdient, weil sie erlaubt, die Streben oberhalb unmittelbar gegeneinander zu setzen, so daß Hirnholz gegen Hirnholz preßt. Wenn diese Pressung sehr bedeutend ist, steckt man wohl

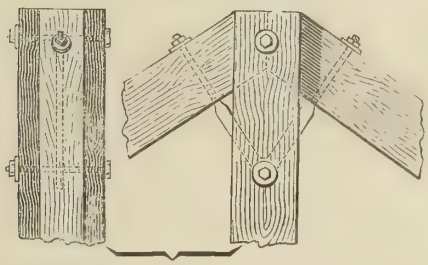
eine dünne Eisen- oder Blechplatte zwischen die beiden Hirnflächen, damit sie sich nicht ineinander drücken können. Bei schmiedeisernen Kappen hat man darauf zu sehen, daß sie da, wo sie rechtwinklig umgebogen sind, keine Sprünge und Risse haben.

Fig. 116.



Ist die Hängsäule doppelt, d. h. in dem Sinne, daß sie die Streben umfaßt, so ist die Anordnung der Verbindung nach Fig. 116 sehr einfach, und es kommt nun wieder darauf an, daß für den Kopf der Hängsäulen Holz genug stehen bleibt. Kann dies nicht geschehen, so muß man

Fig. 117.

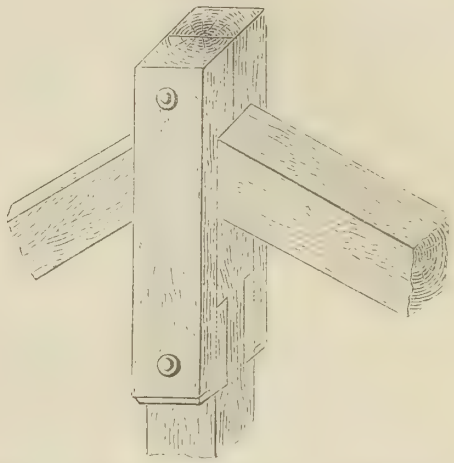


wieder seine Zuflucht zum Eisen nehmen, und kann dann die Anordnung nach Fig. 117 treffen, bei welcher das Winkeleisen zwischen beide Hängsäulen eingelassen wird.

Sehr oft kann man nun aber die Hängsäulen aus anderen Gründen nicht doppelt machen, und möchte doch des Vorteils, der aus dieser Anordnung für die Verbindung der Streben mit der Hängsäule entsteht, nicht verlustig gehen; alsdann kann man, nach Fig. 118, die Hängsäule unter den stumpf zusammengeschnittenen Streben aufhören lassen, und zu jeder Seite eine Lasche anbringen, welche mit der Hängsäule verschränkt, und sowohl mit dieser als oberhalb der Streben unter sich verbolzt werden. Wenn man Sorge trägt, daß die Haken an den Hölzern nicht zu kurz ausfallen und alles sorgfältig und passend gearbeitet wird, so gewährt die Verbindung große Festigkeit und ist in vielen Fällen vorteilhaft anzuwenden.

Bei dem doppelten Hängbock sind am Kopf der Hängsäule drei Hölzer zu verbinden, Strebe, Spannriegel und Hängsäule. Zunächst ist darauf zu sehen, daß Spannriegel und Strebe in gleicher Höhe gegen die Hängsäule fallen, d. h. daß die Mittellinien dieser drei Hölzer in einem Punkte

Fig. 118.



sich schneiden, Fig. 121, damit jede Tendenz zum Drehen vermieden wird. Ist die Hängsäule einfach, so wird die Strebe auf die früher angegebene Art in dieselbe versatzt, und der Spannriegel bekommt ebenfalls eine einfache Versatzung. Beide Hölzer greifen außerdem mit einem kurzen

Fig. 119.

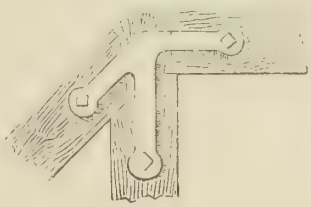
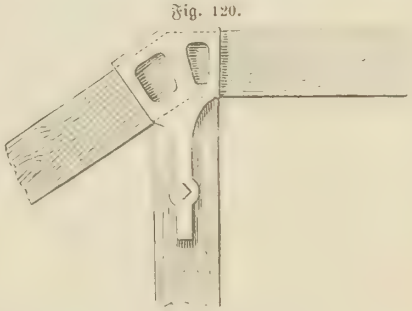


Fig. 120.



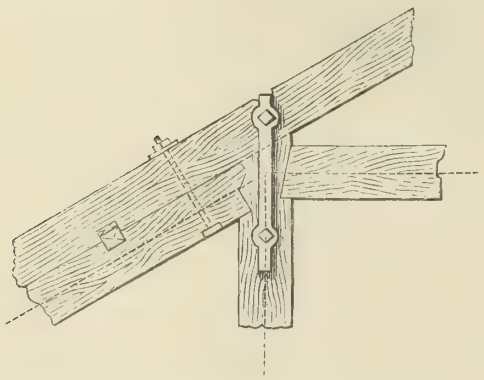
Zapfen in die Hängsäule, damit eine Verschiebung aus der Ebene des Hängwerks vermieden wird. Ist auch in diesem Falle nicht Höhe genug vorhanden, um der Hängsäule einen hinlänglich langen Kopf geben zu können, so kann man nach Fig. 119 ein eisernes Kreuz auf jeder Seite anbringen und beide durch Schraubenbolzen mit einander verbinden. Besser und sicherer ist es aber jedenfalls, wenn man Strebe und Spannriegel nach einer Linie zusammenschneidet, die den Winkel, den beide mit einander bilden, halbirt und eine gußeiserne Kappe nach Fig. 120 anbringt, welche an der Hängsäule ihre Befestigung findet. Da die Kappe jedenfalls etwas groß und dadurch sehr schwer wird, so kann man sie durch einige Durchbrechungen, wie solche auch in der Figur angegeben sind, erleichtern.

Ist die Hängsäule doppelt, so ist die Anordnung sehr einfach, indem im Innern der Hängsäule die Strebe mit dem Spannriegel zusammengeschnitten wird; auch läßt sich

die Anordnung mit den Laschen, nach Fig. 118, sehr leicht für diesen Fall ummodeln.

Sind in einem Hängwerke ein einfacher und ein doppelter Hängbock übereinander angebracht, so müssen die Hängsäulen, wenigstens die des einfachen Hängbocks, doppelt sein, damit der Spannriegel des doppelten Hängbocks ungehindert durchgeführt werden kann. Die Hängsäulen des letzteren können zwar einfach genommen werden, etwa nach Fig. 121, doch ist es immer besser, sie doppelt anzuordnen,

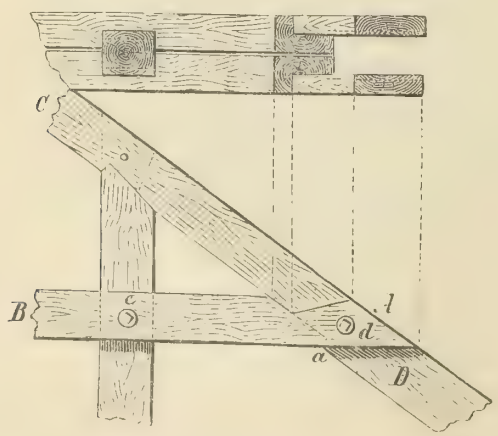
Fig. 121.



weil ein gehörig langer Kopf nicht anzubringen ist. In diesem, sowie in allen den Fällen, in welchen mehrere Streben übereinander liegen, werden dieselben durch Verschränkung, oder einfacher, und vollkommen genügend, durch Verdübelung nach Fig. 121 miteinander verbunden, damit kein Gleiten der Hölzer, unabhängig von einander, stattfinden kann.

Ist die vom Hängwerk zu tragende Last nicht zu bedeutend, so kann man, bei einer einfachen Hängsäule des

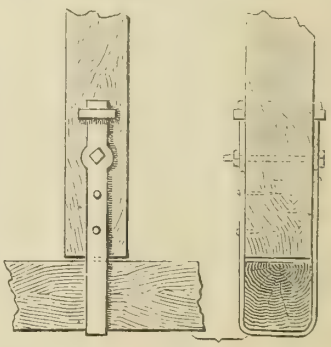
Fig. 122.



doppelten Hängbocks, die Anordnung auch nach Fig. 122 treffen. Hier ist der Spannriegel, in Form einer Zange, doppelt genommen, und jede Hälfte greift bei A mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte und, wie die punktirten Linien dies zeigen, auch noch auf die halbe Stärke etwa mit einer Versatzung in die einfache Hauptstrebe CD. Ist diese aus beschlagenem Holze gefertigt, so wird man ihr, wenn man das Stammende nach unten richtet, in ihrem unteren Teile auch eine größere Stärke geben können, so daß sich bei a ein Absatz bildet, gegen welchen die Zangen AB sich stützen. Die Hängsäule, mit der Zange verkämmt und verbolzt, greift außerdem noch mit einem Blatt in die Hauptstrebe, und ist hier auch mit einem Bolzen oder starken Nagel versehen. Die beschriebene Anordnung gewährt, außer der Ersparung einer Strebe, noch den Vorteil, daß sich in ABC ein fester, unverschieblicher Knoten bildet. Zu bemerken bleibt aber, daß die Entfernung der beiden Bolzen c und d nicht zu groß (nicht wohl über 1,0 m) werden darf, damit durch die bei D wirkende Last keine nachteilige Biegung der Zange eintreten kann. Ist eine mittlere Hängsäule vorhanden, so muß diese nun, wegen des doppelten Spannriegels, einfach genommen, und dann die Verbindung derselben mit den Streben nach einer der früher angegebenen Methoden bewirkt werden.

Die Verbindung der Hängsäulen mit dem Haupttramen. Die gewöhnliche Befestigung, besonders bei einfachen Hängsäulen, ist die durch sogenannte Hängeisen, wie ein solches in Fig. 123 gezeichnet ist. Ihre Stärke kann leicht berechnet werden, doch macht man sie gewöhnlich gegen 6 cm breit und 1—1,5 cm stark, immer aber aus Schmiedeisen. Das Hängeisen umgreift den Tramen und die Hängsäule, und ist an letzterer gewöhnlich durch ein Paar Krampen und durch einen Schraubenbolzen befestigt. Da, wo es um den Tramen sich biegt, pflegt man diesen etwas abzurunden, damit das Eisen durch das scharfe Umbiegen keine Sprünge und Risse bekommt.

Fig. 123.



Ein solches Hängeisen erlaubt, nach seiner ersten Befestigung, nicht wohl ein „Nachziehen", weshalb man besser eine Verbindung nach Fig. 124 anordnet, bei der an jeder Seite der Hängsäule und des Tramens eine Schiene befestigt wird, die am untern Ende in eine Schraubenspindel ausläuft, und welche mittels einer unter den Tramen gelegten, festgeschraubten Schiene die Verbindung vervollständigt. Der Zapfen der Hängsäule darf im Zapfenloch nicht aufsitzen, damit die Konstruktion sich etwas setzen kann, ohne den Tramen herunterdrücken.

Ist die Hängsäule doppelt und darf sie unter die Unterfläche des Tramens hinabreichen, so läßt man letzteren, nach

Fig. 125, von ihr umfassen, schneidet die Hölzer etwas ineinander ein, und zieht ober- und unterhalb des Tramens einen Bolzen durch die Hängsäule. Das vorstehende Ende dieser kann, zierlich geschnitzt, einen sehr passenden Schmuck bilden. Sollen die Hängsäulen aber nicht unter die Unterfläche des Tramens hinabreichen, so kann man ein starkes Hängeisen, nach Fig. 126, zwischen beide Hängsäulenhälften einschließen, durch einen oder zwei durchgezogene Bolzen befestigen, und das in eine Schraubenspindel auslaufende Ende durch den Tramen reichen lassen, wo dann eine starke Unterlagscheibe und eine Schraubenmutter die Verbindung bewirken. Bei dieser Verbindung und überhaupt dann, wenn d. h. aufwärts biegt, damit, wenn alle Hölzer fest ineinander eingegriffen haben, kein Durchbiegen desselben unter die Horizontale stattfindet.

Muß der Tramen gestoßen werden, so geschieht dies am besten unter einer Hängsäule, und man legt dann wohl ein Sattelholz unter den Stoß auf die in Fig. 128 angegebene Weise.

Bei den meisten Anwendungen der Hängwerke kommt der Fall vor, daß da, wo die Hängsäulen den Tramen treffen, Unterzüge oder Träger, d. h. balkenartige Hölzer angebracht sind, die sich mit dem Tramen rechtwinklig kreuzen und von dem Hängwerk getragen werden. Diese Hölzer

Fig. 124.

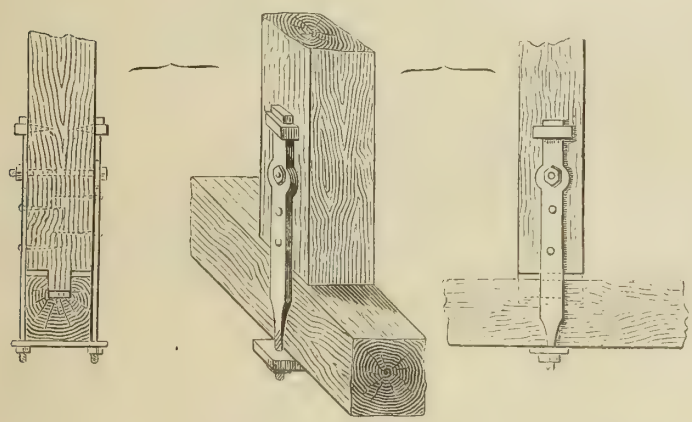


Fig. 125.

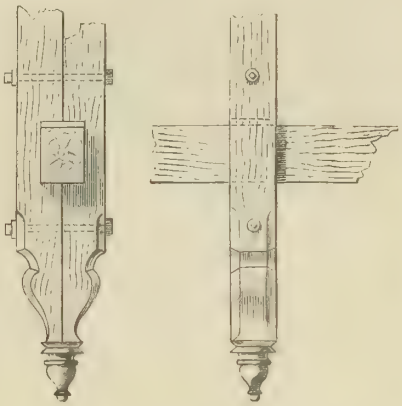


Fig. 127.

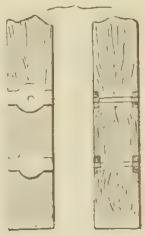


Fig. 128.

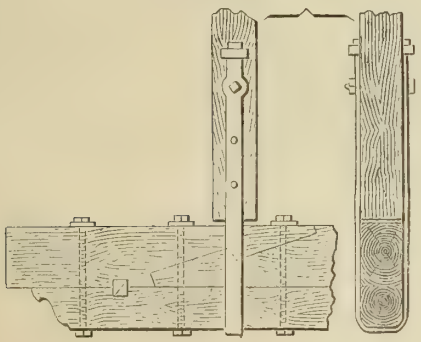


Fig. 129.

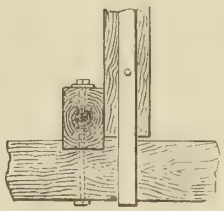


Fig. 126.

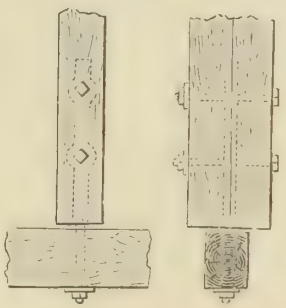
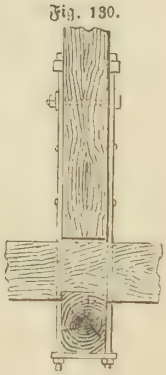


Fig. 130.

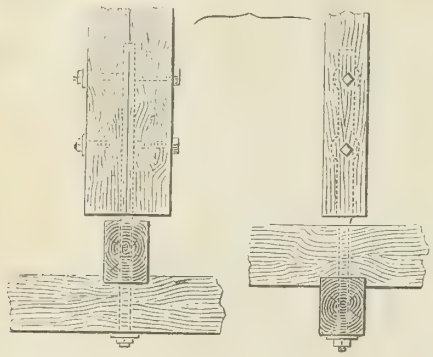


durch das Hängeisen bedeutende Lasten getragen werden sollen, ist es gut, da wo das Loch für den Bolzen durch die Hängsäule geht, ein Unterlegeisen in das Holz einzulassen, wie in Fig. 127 gezeichnet ist, damit die stark belasteten Bolzen nicht in das Holz einschneiden.

In den gezeichneten Figuren ist zwischen Hängsäule und Tramen immer ein kleiner Zwischenraum gelassen, damit bei einer etwaigen Senkung der Hängsäule kein Druck auf den Tramen ausgeübt werde, was bei stark belasteten Hängsäulen und wenig belasteten Tramen vorkommen kann. Übrigens soll hier gleich bemerkt werden, daß man beim Aufschlagen der Hängwerke den Tramen immer etwas sprengt, liegen entweder über dem Tramen und heißen dann Träger, oder unter demselben, in welchem Falle sie Unterzüge genannt werden. Am einfachsten ist es, den Träger, nach Fig. 129, dicht seitwärts neben die Hängsäule zu legen, indem derselbe alsdann nur mit dem Tramen verkämmt und verbolzt zu werden braucht, um eine gesicherte Lage zu bekommen. Oft soll der Träger aber gerade unter der Hängsäule liegen, und in diesem Falle wird er mit der Hängsäule verbunden. Das gewöhnliche, Fig. 123 gezeichnete Hängeisen ist in diesem Falle nicht anzuwenden, wohl aber die in Fig. 130 gezeichneten Seitenschienen, indem dieselben mit ihren runden, am Ende die Schrauben-

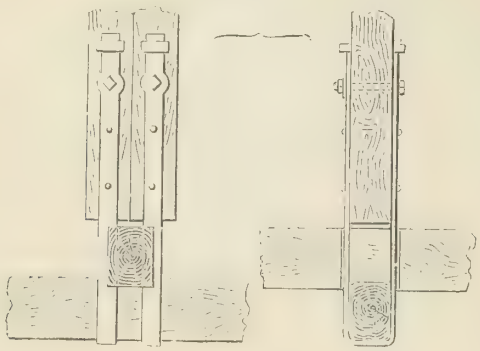
spindel enthaltenden Teilen durch den Träger hindurchgehen und dann, wie früher beschrieben, befestigt werden. Auch die einfache Hängschiene, Fig. 131, bei doppelter Hängsäule läßt sich in diesem Falle anwenden, denn obgleich bei dieser Art der Befestigung die Träger durch das Durchlochen geschwächt werden, so geschieht dies doch gerade an der Stelle, wo sie unterstützt sind, und ist daher unschädlich.

Fig. 131.



Liegt der Unterzug unter dem Tramen, so ist zunächst die in Fig. 123 gezeichnete Verbindung auch für diesen Fall leicht abzuändern, wenn die Hängsäule einfach ist; ist sie aber doppelt, so läßt sich die in Fig. 132 gezeichnete Befestigung anwenden, wobei es aus bereits angeführten Gründen nichts schadet, wenn die Hängeisen seitwärts in den

Fig. 132.



Tramen eingelassen werden müssen. Diese Anordnung mit zwei Hängeisen hat übrigens den Nachteil, daß man niemals überzeugt sein kann, ob auch beide tragen, und man daher jedes einzelne so stark machen muß, daß es der Last gewachsen ist; deshalb dürfte die Befestigung mit einem hinreichend starken Hängeisen nach Fig. 131 vorzuziehen sein. Nur hat man in allen den Fällen, in welchen, wie hier, die Festigkeit einer Verbindung von der Tragkraft einer Schraube abhängt, darauf zu sehen, daß die Gewinde in der Mutter in gehöriger Anzahl und hier sowohl als an der Spindel tief und rein geschnitten sind. Bei großen Belastungen schraubt man auch wohl zwei Muttern übereinander.

Zuweilen kommen die Hängwerke auch da zur Anwendung, wo so wenig Höhe vorhanden ist und die Hängsäulen so kurz werden, daß man sie nicht mehr von Holz machen

Fig. 133.

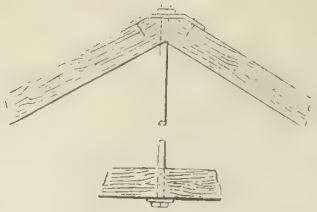


Fig. 134.

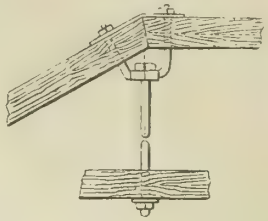
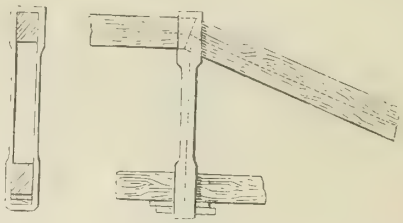


Fig. 135.



kann; alsdann substituirt man für dieselben eiserne Hängstangen oder Bügel, deren Gestalt und Befestigung in den verschiedenen Fällen die Figuren 133 bis 135 zeigen.

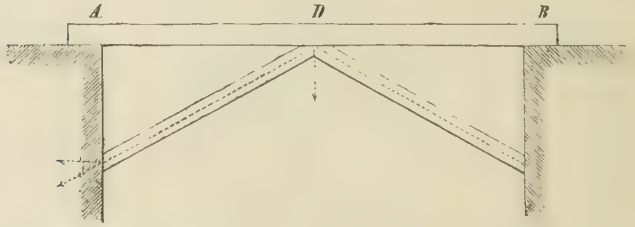
§ 3.

Die Sprengwerke.

Die Sprengwerke finden bei Hochbauten nur sehr selten Anwendung, weshalb wir dieselben auch nur im allgemeinen kennen lernen wollen, weil sie zuweilen in Verbindung mit Hängwerken vorkommen und dann die sogenannten „vereinigten Häng- und Sprengwerke" bilden.

Das einfachste Sprengwerk entsteht, wenn man unter der Mitte eines an beiden Enden aufliegenden Balkens zwei

Fig. 136.



Streben so anbringt, daß sie die hier wirkende Last, in schräger Richtung, auf seitwärts angebrachte Stützen oder Mauern übertragen, wie dies Fig. 136 zeigt. Auch hier wird die in der Richtung der Streben fortgepflanzte Pressung in eine horizontale und vertikale Seitenkraft zerlegt. Während beim Hängwerk die horizontalen Pressungen durch die absolute Festigkeit des Haupttramens aufgehoben werden, muß ihnen hier die Stabilität der Stützen oder Mauern entgegentreten.

Muß der Balken an mehr als einem Punkte, zwischen den Endpunkten, unterstützt werden, so könnte man zunächst zwei Sprengstreben nach Fig. 137 anordnen, die an ihrem oberen Ende in den Balken versatzt wären. Indessen ist die Konstruktion nicht so gebräuchlich als die, bei welcher zwischen beide Streben noch ein Spannriegel eingefügt wird, wie in Fig. 138. Es treten nun wieder ganz dieselben Verhältnisse ein, wie bei dem doppelten Hängbock, nur daß, statt der absoluten Festigkeit des Tramens, die Stabilität der Widerlager in Anspruch genommen wird. Liegt dabei der Spannriegel a b dicht unter dem Hauptbalken und ist mit diesem verdübelt und verbolzt, so tritt der Teil a b als verstärkter Balken auf und kann nun diesem gemäß länger genommen werden, wodurch ein vorteilhafter Winkel für die Streben erreicht und der Horizontalschub auf die Widerlager geringer wird.

Fig. 137.

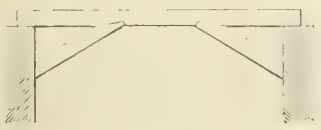
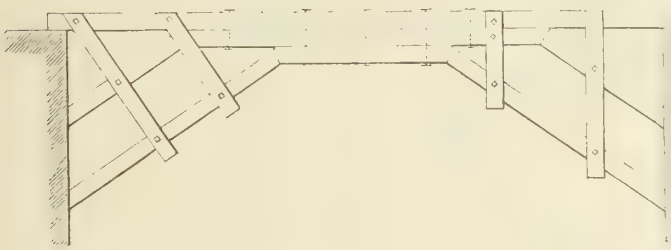


Fig. 138.

Fig. 139.



Dergleichen Systeme können nun nach Fig. 139 mehrere untereinander angeordnet werden, und wenn dabei die Streben zu lang werden, so unterstützt man sie durch doppelte Zangen, die entweder senkrecht auf die Streben oder vertikal gestellt werden können, und durch welche das Schwanken und Biegen der Streben verhütet wird. Dergleichen größere Sprengwerke kommen aber bei Hochbauten, wie schon erwähnt, nicht vor, sondern gehören fast ausschließlich dem Brückenbau an.

§ 4.

Verbindungen der Sprengwerke.

Was die einzelnen Verbindungen bei den Sprengwerken anbelangt, so haben wir nur die der Streben mit dem Balken und mit den Widerlagern näher zu betrachten.

Bei dem einfachen Sprengwerke, Fig. 136, stoßen nach Fig. 140 beide Streben oben stumpf zusammen und greifen mit kurzen schrägen Zapfen in den Hauptbalken ein, um sich in der Ebene des Sprengwerks zu erhalten. Liegt aber unter dem Balken ein Unterzug, nach Fig. 141, so werden die Streben zwar auch stumpf zusammengeschnitten, wenn es ihre Stärke im Verhältnis zur Breite des Unterzugs erlaubt, tragen diesen aber durch Klauen.

Eine Verstärkung dieser Verbindung durch Eisen erscheint nicht nötig, da ein Heben des Balkens oder gar des Unterzugs nicht vorausgesetzt werden kann. Greifen zwei Streben ohne Spannriegel in den Hauptbalken ein, so geschieht dies nach Fig. 142 mittels Versatzungen nach der bekannten Form, doch darf dann eine Verbindung durch Schraubenbolzen nicht fehlen, wohingegen die Zapfen an den Versatzungen nicht fortgelassen werden können.

Ist ein Spannriegel vorhanden, so wird derselbe am einfachsten mit dem Hauptbalken verdübelt und verbolzt, obgleich auch Verschränkungen oder Verzahnungen gebräuchlich sind. Die Streben werden mit dem Spannriegel stumpf

Fig. 140.

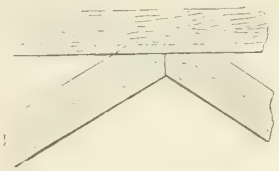


Fig. 141.

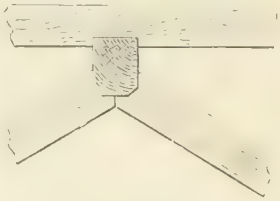
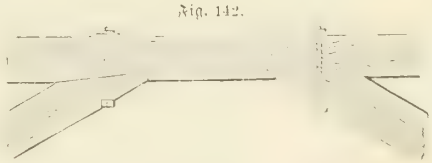


Fig. 142.



zusammengeschnitten, oder auch wohl nach Fig. 143 bei B mit einem hakenförmigen Einschnitt, oder wie bei A mit einem kurzen Zapfen versehen. Der Stoß halbirt seiner Richtung nach den Winkel zwischen Strebe und Spannriegel. Eisenverbindungen in Form von Klammern und Schienen, wie sie die Figur zeigt, sind nur bei starken Belastungen oder großen Erschütterungen notwendig. Sehr oft legt man aber über den Stoß eine doppelte Zange aus Halbhölzern, die mit dem Balken und unterhalb der Streben miteinander verbolzt und entweder vertikal oder parallel zur Halbirungslinie des Winkels zwischen Strebe- und Spannriegel gestellt werden können. Unsere Figur zeigt diese Zangen in punktirten Linien. Ist das Sprengwerk mit zwei Unterzügen versehen, so können dieselben, wenn die Höhe unter dem Spannriegel sehr beschränkt und daher der Strebewinkel sehr flach ist, nach Fig. 144 angeordnet werden, doch hat diese Verbindung den Nachteil, daß Hirnholz gegen Langholz preßt, weshalb, wenn obige Bedingungen wegen der Höhenlage des Spannriegels nicht stattfinden, eine An-

ordnung nach Fig. 145 den Vorzug verdienen dürfte. Soll bei dieser der Spannriegel zur Verstärkung des Hauptbalkens dienen, so können ein oder mehrere Drempel a, d. h. kurze, aufrecht gestellte Pfosten zwischen beide Hölzer gestellt und durch alle drei lange Schraubenbolzen gezogen werden.

Fig. 143.

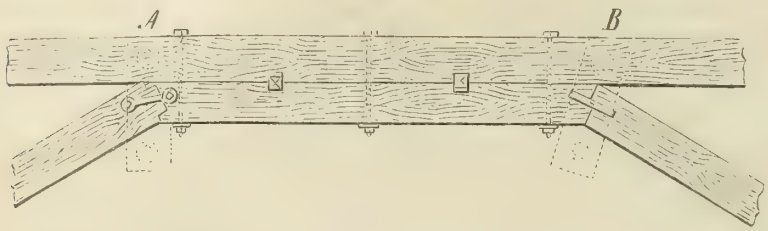


Fig. 144.

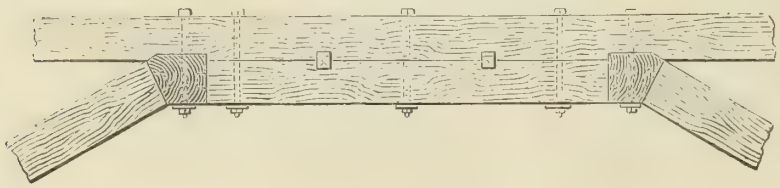
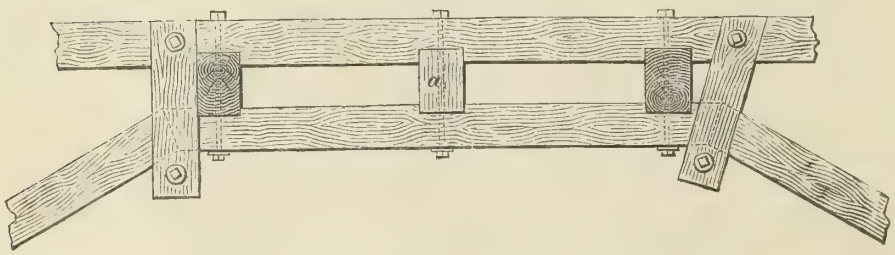


Fig. 145.



Was die Verbindung der Streben mit den Widerlagern oder Stützen anbelangt, so sind zunächst die Fälle zu unterscheiden, ob letztere aus Holz, oder, wie es meistens der Fall sein wird, aus Mauerwerk bestehen. In hölzernen Pfosten werden die Streben versatzt und durch Bolzen noch weiter befestigt, Fig. 146. Zuweilen stehen die Streben aber auch auf Gurthölzern, nach Fig. 147, wo sie dann auf diesen stumpf aufstehen und in die Pfosten mit kurzen Zapfen eingreifen, ohne weiter durch Bolzen befestigt zu sein. Es ist hier zu erinnern, daß die Gurthölzer mit den Pfosten verkämmt sein müssen, damit die Bolzen nicht allein tragen.

Auch bei Mauern stemmen sich die Streben oft gegen ein in erstere eingelegtes Holz, wie dies Fig. 148 zeigt. Die Verbindung geschieht dann durch Zapfen, die aber auch alle bei dieser Verbindung angeführten Nachteile herbeiführen, namentlich ein Faulen des Holzes veranlassen, wenn Nässe an die Streben kommen kann; außerdem stemmt Hirnholz gegen Aderholz, was wir auch schon als nachteilig angegeben haben. Man wählt indessen diese Anordnung dann, wenn das Mauerwerk aus kleinen, schlecht verbundenen Steinen besteht, um dem Druck der Strebe auf eine größere Fläche zu verteilen. Bei der sogenannten einfachen und doppelten Mauerversatzung, Fig. 149 und 149a, wie man diese Verbindung nennt, muß man die Schichten des Mauerwerks mit Rücksicht auf die Stärke des Holzes zu den Streben einrichten, damit die Teile ab und bc, Fig. 149,

Fig. 147.

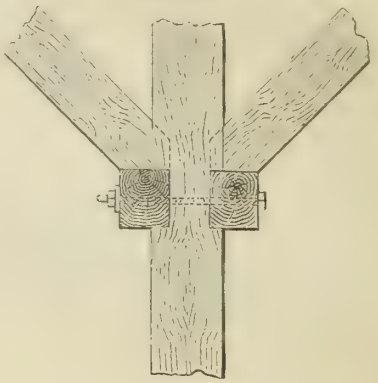
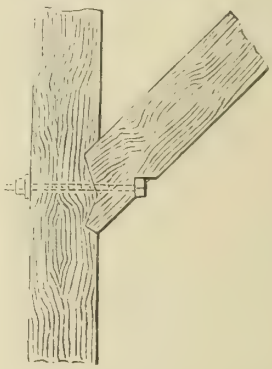


Fig. 146.



etwa gleich groß werden, und bei Backsteinen die Höhe ab durch zwei oder drei ganze Schichten erreicht wird. Auch diese Verbindung ist, dem Regen ausgesetzt, gefährlich, in-

Fig. 148.

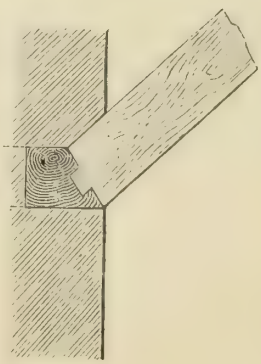
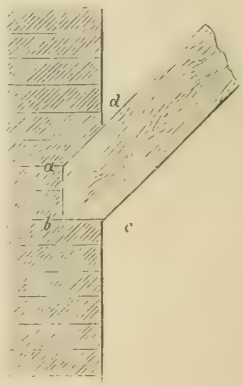


Fig. 149.



dem die Fuge ad nicht wohl dicht erhalten werden kann, so daß hier die Nässe in das Innere der Mauer dringen und eine Zerstörung dieser, sowie ein Verfaulen des unteren Endes der Streben einleiten kann. Am besten dürfte es

immer sein, in der Höhe des Strebeansatzes einen Absatz in die Mauer nach Fig. 150 anzuordnen, die Oberfläche desselben senkrecht auf die Richtung der Strebe zu stellen und diese mit einem ganz kurzen Zapfen in die Steine einzulassen. Das Zapfenloch kann nach vorn zu einen kleinen,

Fig. 149a

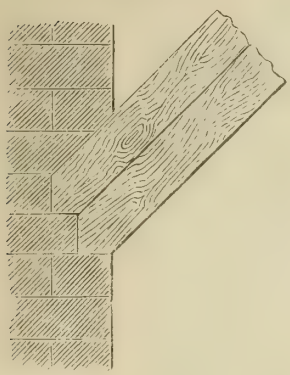
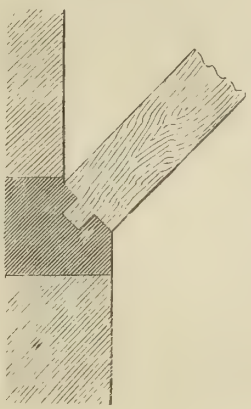


Fig. 150.



rinnenartigen Einschnitt erhalten, der dem etwa eingedrungenen Wasser einen Ausweg gestattet. Besteht die Schicht, in welche die Strebe eingesetzt werden soll, nicht aus hinreichend großen und festen Steinen, oder ist der durch die Strebe übertragene Druck ein sehr großer, so legt man auf den Mauerabsatz eine genügend große eiserne Platte,

Fig. 151.

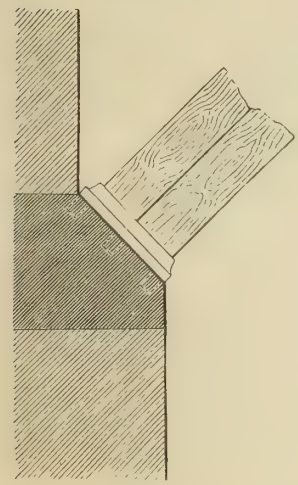
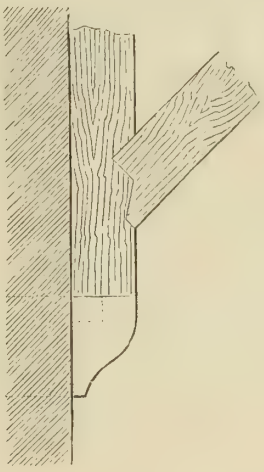


Fig. 152.



welche die Strebe mit etwa 3 cm hohen, vorstehenden Rändern einfaßt, und so eine Art Schuh bildet, der leicht auf dem Mauerabsatze durch eingemauerte Dübel, oder durch eingelassene, an die Unterfläche der Platte angegossene Nasen befestigt werden kann, und den Druck der Strebe auf eine größere Fläche verteilt, während die Strebe selbst, besonders wenn man dieselbe mit Asphalt in den Schuh eingießt, einen sehr sichern Stand erhält (Fig. 151).

Bei Hochbauten kommt nicht selten der Fall vor, daß man die Streben von Sprengwerken durch aus der Mauer herausreichende Kragsteine stützt, und dann ist es nicht ungewöhnlich, zunächst auf den Kragsteinen und an die Mauer sich lehnend, einen sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) nach Fig. 152 anzubringen, in welchen die Strebe versatzt wird. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der Horizontalschub der Strebe nicht einen einzelnen Stein oder eine einzelne Horizontalschicht der Mauer angreift, sondern nach Verhältnis der Steifigkeit des Klebpfostens auf einen größeren Teil der Mauer verteilt wird.

Die Anordnung von eigentlichen „Kammern" in den Widerlagsmauern, in denen die Streben stehen, wie dies wohl bei größeren Brückenbauten vorkommt, übergehen wir hier, als unserem nächsten Zwecke zu fern liegend, ganz, sowie denn überhaupt das Vorstehende über die Häng- und Sprengwerke nur mit dem Wesen dieser Konstruktionen uns bekannt machen sollte, damit, wenn von ihrer in den Holzkonstruktionen so mannigfachen Anwendung die Rede ist, wir nicht auf Einzelheiten zurückzugehen brauchen.

Viertes Kapitel.

Die Wände.

§ 1.

Bei den Wänden unterscheiden wir solche, die ganz aus Holz bestehen, von denen, bei welchen nur das Gerippe aus Holz gebildet, und die eigentliche Fläche aus Mauerwerk ꝛc. hergestellt ist. Zu den ersteren gehören: die Block- oder Schurzholzwand, die Spundwand, die Bohlen- oder Dielwand, die Bretterwand und die Lattwand; und der zweiten Art gehört die Riegel-, Bund- und Fachwerkswand an. Da letztere, als die am meisten in Anwendung kommende, uns auch am meisten interessiert, so soll von ihr zuerst die Rede sein.

§ 2.

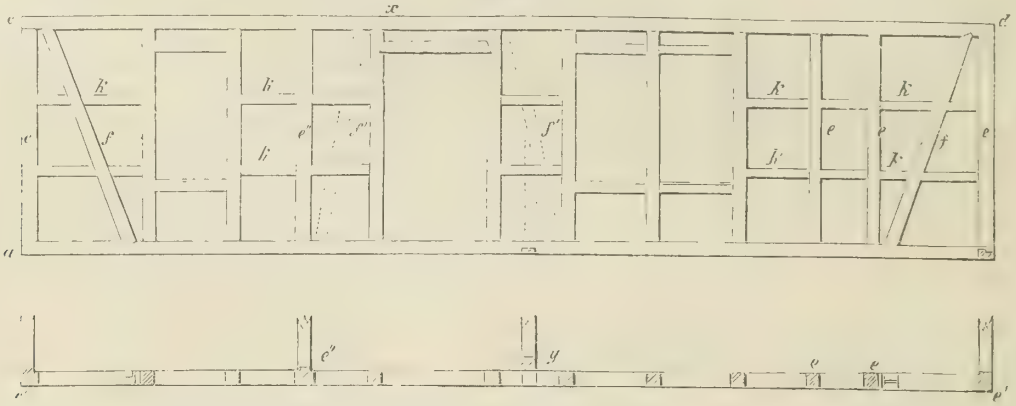
Die Riegel- oder Fachwerkswand.

Eine Riegel-, Bund- oder Fachwerkswand, Fig. 153, besteht aus der Schwelle ab, der Pfette oder dem Rahmstück cd, den Pfosten oder Stielen e, den Bügen oder Bändern f und den Riegeln k.

Die Schwelle begrenzt die Wand zu unterst und trägt dieselbe. Sie liegt nie hohl, sondern ist ihrer ganzen Länge nach, oder doch in so kurzen Entfernungen unterstützt, daß ihre relative Festigkeit nur unbedeutend in Anspruch genommen wird. Man verwendet daher auch keine starken (hohen) Hölzer dazu, sondern gewöhnlich Halbhölzer, die mit

der breitesten Seite auf der ihnen als Fundament dienenden Unterlage aufliegen. Hingegen verwendet man gern Eichenholz zu den Schwellen, weil dieses — senkrecht auf seine Fasern — einen größeren Druck aushalten kann, und wenn die Schwellen unmittelbar auf Mauerwerk ruhen, nicht so bald von der Nässe leidet, als Tannenholz. Der Zweck der Schwellen ist hauptsächlich der, eine Verteilung der Last auf die der Wand als Fundament dienende Mauer zu bewirken, und deshalb nimmt man sie gern recht breit.

Fig. 153.



Bei dem Auflager derselben auf die Mauer kommt die „Kernseite" des Holzes immer nach unten zu liegen, und um das Verfaulen möglichst zu verhindern, trifft man wohl eine Anordnung für das Auflager der Schwelle, wie sie in den Fig. 154 bis 156 dargestellt ist. Bei Fig. 154 dient eine Rollschichte hart gebrannter Backsteine der Schwelle als Unterlage, welche etwas vorsteht, damit das Wasser an der Unterkante abtropfen kann. Insofern ist es besser, die Schwelle nicht vor die Wand vortreten zu lassen, sondern sie mit den Pfosten bündig anzuordnen, wie Fig. 155 zeigt, wo ein steinerner Sockeldeckel zur Aufnahme der Schwelle bestimmt ist. Der Sockeldeckel ist aber mit einem 2—3 cm breiten mit der Schwelle bündigen Plättchen versehen, damit sich das an der Wand abfließende Regenwasser nicht an der unteren Schwellenkante staue und in die Fuge eindringe, sondern über den Sockeldeckel laufe und an dessen Wassernase abtropfe. Die daselbst angedeutete Verdübelung hat nur bei leichten einstöckigen Wänden den Zweck, das Werfen der Schwellen zu verhindern, welcher Zweck bei stark belasteten Wänden wegfällt. Die Enden der Schwellen werden entweder nach Fig. 69 überblattet, oder, für den Holzbau charakteristischer, nach Fig. 156 mit vorstehenden und abgedeckten Köpfen einfach überblattet.

Gehört die Schwelle zu einer Wand in einem oberen Stockwerke, so daß sie auf einer Balkenlage liegt, so nimmt sie den Namen Saum- oder Brustschwelle an und ist dann auf die Balken des darunter befindlichen Stockwerks aufgekämmt.

Auf der Schwelle stehen die Pfosten, Stiele oder Säulen, und bestimmen durch ihre Länge die Höhe der

Fig. 154.

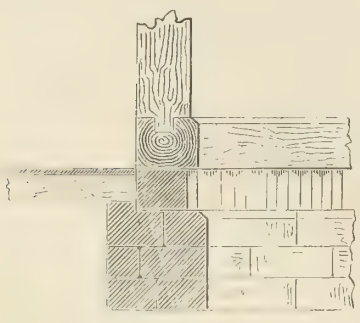


Fig. 155.

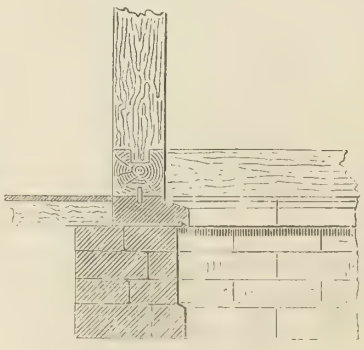
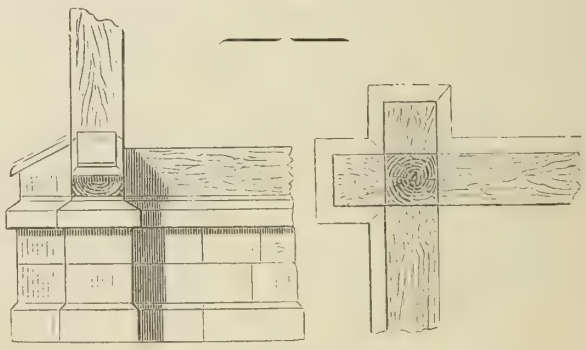


Fig. 156.



Wand, worunter die Höhe b d, Fig. 153, von der Unterkante der Schwelle bis zur Oberkante der Pfette verstanden ist. Sie teilen sich in Eck-, Bund-, Thür-, Fenster- und Zwischenpfosten. Die Eckpfosten e' stehen am Eck- oder am Ende der Wand, und sind gemeiniglich stärker als die übrigen, weil sie mehr zu tragen haben, und auf zwei Seiten durch die Zapfenlöcher für die Riegel geschwächt werden. Wegen dieser größeren Stärke müssen die Eck-

pfosten, wenn sie überall mit der Wand „bündig“ sein sollen, nach Fig. 157 ausgewinkelt, d. h. es muß das punktirt gezeichnete Holz auf die ganze Länge des Pfostens fortgestemmt werden. Die Bundpfosten e“ stehen da, wo sich zwei Wände ihrer Richtung nach kreuzen; auch sie haben in der Regel größere Stärkeabmessungen als die Thür- ꝛc. Pfosten, weil sie zwei Wänden zugleich angehören, und wenigstens von drei, zuweilen aber auch von vier Seiten durch Zapfenlöcher geschwächt werden, und müssen daher nach Fig. 158 wenigstens auf zwei Seiten ausgewinkelt werden. Die Thür- und Fensterpfosten stehen zu beiden Seiten der Thür- und Fensteröffnungen, und endlich stehen die Zwischenpfosten so zwischen den ebengenannten, daß die Entfernung von Pfosten zu Pfosten nicht unter 0,70—0,90 m und nicht über 1,50 m beträgt.

Die eine Abmessung des Querschnitts der Pfosten richtet sich nach der Stärke der Wand, und diese sehr oft nach dem Material, womit die Fache ausgemauert werden sollen. Besteht dies aus unregelmäßigen Bruchsteinen, so muß die

Fig. 157.

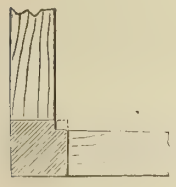


Fig. 158.

Ausmauerung, wie wir im ersten Teile gesehen haben, wenigstens 18—21 cm betragen, wenn man eine einigermaßen dichte Wand haben will. Bei Backsteinen beträgt die Stärke entweder die halbe oder die ganze Steinlänge, und nur bei ganz leichten Scheidewänden setzt man die Steine wohl hochkantig in die Wände, so daß die Stärke gleich der Dicke der Backsteine wird.

Die Pfosten müssen außerdem der Biegung durch die vertikal auf sie wirkende Belastung widerstehen, und die Erfahrung lehrt, daß dies, gewöhnliche Stockwerkshöhen von 3—3,60 m vorausgesetzt, bei einer Stärke von 15—18 cm im Quadrat der Fall ist, nur wenn der Druck nicht bloß vertikal, sondern auch seitwärts wirkt, wie z. B. bei Getreidescheunen ꝛc., müssen die Pfosten in der Richtung der Stärke der Wand größere Abmessungen erhalten; etwa bei der gewöhnlichen Scheunenhöhe von 4,5—5,5 m 21—24 cm. Nach der Richtung der Länge der Wand wird das Biegen der Pfosten schon durch die Ausmauerung der Fache, und außerdem noch durch die Riegel kräftig verhindert; so daß nach dieser Richtung, besonders bei den Zwischenpfosten, sehr schwache Abmessungen zulässig erscheinen, und in vielen Fällen 9—12 cm genügen. Thür- und Fensterpfosten müssen schon, weil sie auf einer Seite frei stehen und die Thüren und Fenster an ihnen befestigt werden sollen, etwas größere Abmessungen erhalten, doch dürften auch hier 12 cm in den meisten Fällen genügen.

Die Pfosten sind mit der Schwelle verzapft, und da hier sehr leicht alle die bei den Verzapfungen erwähnten Nachteile eintreten können, so dürfte der Kreuzzapfen, Fig. 76, vorzuziehen sein, weil ein Verbohren der Zapfen durchaus unnötig erscheint, da die Pfosten nie gehoben werden können, ein Verschieben derselben aber auch durch die Kreuzzapfen wirksam verhindert wird. Will man diesen Zapfen nicht, sondern den gewöhnlichen anwenden, so müssen die Eck- und Bundpfosten geächselte Zapfen, Fig. 72, erhalten.

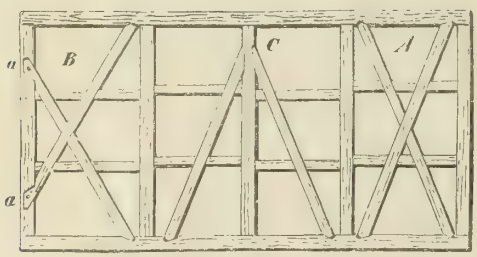
Die Wand zu oberst begrenzend, und von den Pfosten getragen, liegt das Rahmstück, Rähm, die (Wand-) Pfette. Da sie keinen andern Zweck hat, als die Wand nach oben zu begrenzen, wie bei freistehenden Bewährungswänden, die freilich selten vorkommen, so darf die Pfette nicht stärker, d. h. nicht höher als etwa 15 cm sein, und so breit, als die Wand stark ist. Soll die Pfette aber ein Gebälk tragen, so muß sie stärker sein, und um so stärker, je weiter die Pfosten, als Unterstützung der Pfette, von einander entfernt stehen. Gewöhnlich macht man die Pfetten 21—24 cm stark, obgleich dies Maß bei der angegebenen Entfernung der Pfosten von einander zu groß erscheint. Es genügt eine Stärke von 18 cm. Die Pfetten aber macht man gern aus recht langen Stücken, weil davon die Unverschieblichkeit der ganzen Wand zum Teil abhängig ist. Muß sie gestoßen werden, so geschieht dies am besten durch das schräge Hakenblatt, Fig. 29, und immer über einen Pfosten, wie bei x in Fig. 153.

Am Eck oder bei sich kreuzenden Wänden werden die Pfetten, wenn beide in einer Horizontalebene liegen, überblattet, öfter aber, wenn die letztere Bedingung nicht stattfindet, überkämmt. Die Verbindung mit den Pfosten geschieht durch den gewöhnlichen Zapfen, der bei Eck- und Bundpfosten geächselt werden muß. In diesem Falle tritt der Hauptnachteil der Verzapfungen, daß Nässe in die Zapfenlöcher dringen kann, nicht ein.

Durch Schwelle, Pfosten und Pfette ist eine Wand umrahmt, aber noch nicht zu einer unverschieblichen Figur gemacht. Dies geschieht durch die Büge oder Strebebänder, Hölzer, welche in schräger Richtung die Schwelle mit der Pfette verbinden, und so ein Verschieben der letzteren unabhängig von der Schwelle verhindern. Besteht die Pfette der Wand, sowie die Schwelle, je aus einem Stück, so sind nur zwei Büge erforderlich, denn wenn die Verschiebung an beiden Enden unmöglich gemacht ist, so ist sie

es auch für den übrigen Teil der Länge. Man bringt daher zunächst an den Enden der Wand die Büge an, und nur wenn die Pfette oder Schwelle gestoßen ist, auch noch in der Mitte, oder vielmehr so, daß für jedes Pfetten- oder Schwellenende zwei Büge vorhanden sind. Ist daher in Fig. 153 die Pfette bei x gestoßen, so sind, außer den Bügen ff, auch noch die punktiert gezeichneten f'f' notwendig. Mehr als die notwendige Anzahl Büge anzuordnen, ist nicht ratsam, weil sie bei ihrer schrägen Stellung die Ausmauerung der Fache auf nachteilige Weise durchschneiden. Die Büge sollen in die Schwelle und Pfette verzapft oder versatzt werden, wobei es aber gleichgültig ist, ob sie nach der Mitte oder nach dem Ende zu geneigt sind, nur müssen die beiden zu einer Pfette gehörigen entgegengesetzte Richtungen erhalten. Ein unter 45° geneigter Bug würde der wirksamste sein, und wird daher auch von den Zimmerleuten ein Ruheband genannt. Wenn ein solches indessen angeordnet werden soll, so muß das Fach für dasselbe ein sehr weites sein, d. h. es müssen die beiden Pfosten, zwischen denen es Platz

Fig. 159.



finden soll, so weit auseinander stehen, als Rahmstück und Schwelle voneinander entfernt sind, deshalb stellt man die Büge oder Bänder steiler, und zwar als Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Katheten sich bei niedrigen Wänden wie 1 : 2, und bei hohen Wänden wie 1 : 3 verhalten. Steil gestellte Büge wirken zugleich als Pfosten und helfen den übrigen tragen; deshalb stellt man solche zunächst am Eck, mit dem oberen Ende nach außen geneigt, um so den Eckpfosten als Unterstützung zu dienen.

Die Zapfenlöcher der Büge müssen von denen der nächsten Pfosten wenigstens 9 cm entfernt bleiben, damit das zwischen beiden stehen gebliebene Holz nicht herausgedrängt wird.

Zuweilen bringt man in einem Fache, d. h. zwischen zwei Pfosten, auch wohl zwei Büge, nach Fig. 159 bei A in entgegengesetzter Richtung an, die sich in der Mitte kreuzen und hier durch einen Nagel oder Bolzen verbunden sind.

Eine solche Verbindung nennt man ein Andreaskreuz. Sehr oft wird diese Anordnung nur des bessern Ansehens wegen getroffen, weil das einzelne, schräg stehende Strebeband eine unangenehme, die Symmetrie störende Linie bildet, die durch das zweite Band wieder ins Gleichgewicht gebracht wird. Der Nutzen des Andreaskreuzes ist nicht groß, denn wenn beide bündig stehen sollen, so müssen sie im Kreuzpunkte überschnitten werden, wodurch sie bedeutend an Steifigkeit verlieren, so daß man wohl den einen Bug in seiner ganzen Stärke läßt, und den andern aus zwei Stücken zusammensetzt und auf dem ersteren durch kurze Zapfen, oder nur durch eiserne Nägel befestigt. In diesem Falle ist der zweite Bug fast ganz nutzlos und nur des besseren Aussehens wegen da.

Wenn die Büge nur das Verschieben der Wand verhüten und nicht auch zugleich mit tragen sollen, so geht man von dem Grundsatze, daß sie in Pfette und Schwelle greifen müssen, ab, und läßt sie an einem Ende in einen Pfosten eingreifen, so daß die in Fig. 159 bei B gezeichnete Anordnung sich ergiebt. Wirksamer aber bleiben immer die in Fig. 153 gezeichneten Büge; es sei denn, daß, wie bei C, zwei Streben gegen einen gemeinschaftlichen Pfosten in der Mitte einer Wand streben. Eine Anordnung wie bei B kann aber, wenn das Band in Wirksamkeit tritt, für den Pfosten gefährlich werden, weil im Punkte a eine Kraft thätig wird, die geradezu auf das Verbiegen oder Brechen des Pfostens wirkt, und daher besonders gefährlich wird, wenn der Pfosten ein Eckpfosten ist.

Die Büge erhalten nach der Stärke der Wand dieselben Abmessungen, wie die Pfosten, und dürften, nach der Länge der Wand, mit einer Breite von 12—15 cm in gewöhnlichen Fällen hinreichend breit sein, da sie in dieser Richtung durch die Riegel und die Ausfüllung der Fache kräftig gegen das Verbiegen geschützt werden.

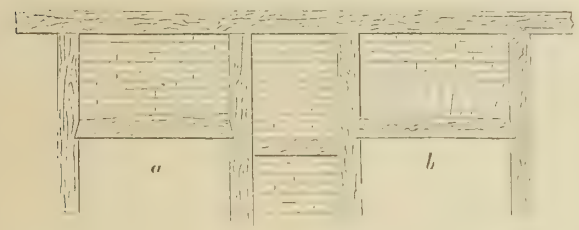
Die Riegel, die sich in Fenster-, Brust-, Thür- und Zwischenriegel teilen, haben den Zweck, die Fenster- und Thüröffnungen oben und unten zu begrenzen, und die Fache auf eine solche Größe zu beschränken, daß die Tafeln der Ausfüllung nicht zu groß werden; und nur in den Fällen, in welchen eine Ausmauerung der Fache unterbleibt, haben sie auch den Zweck, das Verbiegen der Pfosten und Büge nach der Länge zu verhindern.

Die Stellung der Brust-, Fenster- und Thürriegel ist durch die Anordnung dieser Öffnungen bedingt, und hier nur zu erinnern, daß man die Fenster-, noch mehr aber die Thürriegel, besonders über weite Öffnungen, stark genug machen muß, damit sie die über ihnen liegende Ausmauerung tragen können. Hiernach erscheint eine Form, wie bei a, Fig. 160, durchaus gerechtfertigt, ebenso die Anordnung, daß sie nicht nur mit Zapfen, sondern auch mit einer Versatzung in die Thür- und Fensterpfosten greifen. In der Regel jedoch sind die Riegel wie das übrige Holz von durchaus gleicher Stärke und mit einem Entlastungsbogen versehen, wie Fig. 160 bei b zeigt. Überdies ist bei weiten

Thüren eine Verbindung der Pfosten mit dem Thürriegel mittels eingelassener Klammern zu empfehlen.

Die Brustriegel, welche die Fenster zu unterst begrenzen, bedürfen gerade keiner großen Stärke, doch macht man sie gern von Eichenholz, um sie länger gegen das Verfaulen zu schützen. Die übrigen Zwischenriegel werden gewöhnlich so angebracht, daß die entstehenden Fache 1,50—1,80 qm Fläche nicht überschreiten. Wenn man indessen die Fache mit Backsteinen ausmauert, die einen regelmäßigen Verband zulassen, so kann man die Fache größer machen, ja sogar die Zwischenriegel ganz fortlassen, wie dies in neuerer Zeit an vielen Orten üblich ist. Daß man die mit Back- oder anderen regelmäßig gestalteten Steinen ausgemauerten Fache größer machen darf, beweisen die sogenannten Feuermauern, zunächst den Feuerstellen, die oft 3 m hoch und 1,5 m breit, ohne alles Holz, $^1/_2$ Stein stark aufgemauert werden. Die Riegel schwächen durch die Zapfenlöcher die Pfosten gerade in der Dimension, wo sie eine solche Schwächung am wenigsten ertragen können, und da man außerdem voraus-

Fig. 160.



setzen muß, daß die Fuge zwischen der Unterfläche des Riegels und der Ausmauerung, durch das unvermeidliche Setzen der letzteren, dem das Schwinden und Zusammentrocknen des Holzes noch zu Hilfe kommt, immer offen ist so läßt sich in der That kaum einsehen, daß die Riegel der Ausmauerung Festigkeit verleihen. Weit zweckmäßiger wird es sein, die Anzahl der Pfosten nicht zu sehr zu beschränken, sie etwas näher aneinander zu stellen, und dafür die Anzahl der Riegel möglichst klein zu nehmen. Übrigens nennt man eine Wand ein- oder zweimal ꝛc. verriegelt, je nachdem in der Höhe derselben ein oder zwei Reihen Riegel angebracht sind.

Wird die Wand nicht ausgemauert, sondern etwa ausgestakt, so sind die Riegel allerdings notwendig, und die Entfernung derselben voneinander hängt von der Länge der Stakhölzer ab, die 1,20 m nicht wohl überschreiten darf. Soll andererseits aber die Wand durch eine Bretterverschalung geschlossen werden, und werden die Bretter derselben horizontal angeordnet, so können die Riegel füglich fortbleiben, wenn sich nur auf je 0,90—1,20 m ein Holz, Pfosten oder Bug findet, an welchem man die Bretter nageln kann.

Die Abmessung der Riegel nach der Dicke der Wand ist gleich dieser, die Höhe kann aber, mit Ausnahme der Thür- und Fensterriegel, sehr beschränkt werden, und dürfte mit 9 cm hinreichend sein, denn zu tragen haben die Riegel gar nichts, und je höher sie sind, desto mehr trocknen und schwinden sie, und desto undichter wird die Wand. Die Verbindung der Riegel mit den Pfosten und Bügen geschieht durch den gewöhnlichen Zapfen, der außerdem auch noch verbohrt wird. Letzteres erleichtert zwar das Aufschlagen, sollte aber doch unterbleiben, weil durch die Nagellöcher und die mit dem Hirnholz nach außen stehenden Nägel Nässe ins Innere des Holzes geführt wird, und wenn die aus trockenem Holze gefertigten und gewaltsam eingetriebenen Holznägel durch die Berührung der Hirnflächen mit der nassen Luft aufquellen, so werden dadurch Sprünge und Spalten im Holze veranlaßt, die ebenfalls der Feuchtigkeit Eingang gestatten. Überdies kann die Bequemlichkeit beim Aufschlagen auch durch Rüstklammern erreicht werden. Außerdem sollten die Riegel, um die Pfosten nicht zu sehr zu schwächen, nach Fig. 159 „versetzt" werden; wenigstens an den Eck- und noch mehr an den Bundpfosten, welch letztere gar von drei Seiten für die Riegel „verlocht" werden.

Im vorstehenden sind die notwendigen Konstruktionsstücke einer Wand besprochen, und mehr als hiernach erforderlich sollten daher auch niemals angewendet werden. Wenn indessen die Wand, wie es bei äußeren Wänden immer sein sollte, ohne Abputz bleibt, so bilden die Holzstücke auf der Wandfläche eine Zeichnung, die ihr einziger, aber auch charakteristischer Schmuck ist. In solchen Fällen darf man dann auch, des besseren Aussehens wegen, und um Ordnung und bessere Verhältnisse hervorzubringen, schon ein oder das andere Verbandstück anordnen, wenn sich sein Dasein auch nicht durch die Notwendigkeit rechtfertigen läßt.*) In einem solchen Falle kann man auch wohl einen Bundpfosten, wenn er in der erwähnten Zeichnung störend wirkt, dicht hinter die Wand, nach Fig. 153 bei y, stellen, wo er dann zum sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) wird, und die Verbindung beider Wände nur durch Schwelle und Pfette bewirkt wird. Aber bei inneren Wänden und da, wo das Holz der Wand unter einer Decke versteckt wird, soll und muß man mit den Verbandstücken kargen und keines anwenden, was nicht durchaus da sein muß.

*) Die so anmutige Holzarchitektur des 15. und 16. Jahrhunderts, wie sie unsere deutschen Städte, z. B. Braunschweig, Quedlinburg, Halberstadt ꝛc. aufweisen, wird man nicht nachahmen können, wenn man sich bei den Verbandstücken nur auf das Notwendige beschränkt. (Siehe Böttticher, „Holzarchitektur des Mittelalters".)

Was nun die Konstruktion der Fenster- und Thüröffnungen betrifft, so ergiebt sich dieselbe eigentlich von selbst durch die Anlage der Fenster- und Thürpfosten nebst Riegel, und kann hier kürzer besprochen werden, als dies bei den Steinkonstruktionen in Bd. I der Fall war.

Die Fensteröffnungen sind entweder von gehobelten, oft noch geschnitzten Pfosten und Riegeln gebildet, wobei man zum Brustriegel Eichenholz wählt, oder die Hölzer sind verkleidet, wodurch die im Holze entstehenden Risse verdeckt werden. Da in der Regel die Höhen der Stockwerke von Holzbauten nicht sehr groß sind, namentlich bei ländlichen Bauten, wie man sie im Schwarzwalde, in der Schweiz, Tirol ꝛc. findet, so muß die Fensteröffnung sehr breit im Vergleich zur Höhe angelegt werden, wodurch sie ein liegendes, anstatt, wie gewöhnlich, ein stehendes Oblongum ergiebt. Da diese Form jedoch häßlich aussehen und der als Sturz dienende Fensterriegel zu weit freigelegt würde, so teilt man diese großen Fensteröffnungen durch einen oder mehrere Pfosten, wodurch die sogenannten gekuppelten oder Gruppenfenster entstehen, zu welchen Fensterbildungen der Holzbau sich besonders gut eignet.

Wird der Brustriegel mit einem eichenen abgeschrägten Brett abgedeckt, so kann derselbe von weichem Holz wie die Pfosten angefertigt werden.

Was nun die Anordnung der Fenster selbst betrifft, so ist eine solche in den Figuren 161—163 dargestellt. Die Anordnung, die Fensterrahmen mit der Außenseite der Wand bündig anzubringen, um die Oberfläche des Brustriegels dem Wetter zu entziehen, haben wir ihrer Häßlichkeit wegen und weil das Fenster selbst dem Wetter zu sehr ausgesetzt wird, nicht aufgenommen. Den entgegengesetzten Fall zeigen die Figuren 161—163 im Durchschnitt, in der inneren Ansicht und im Grundriß Fig. 162, in welchem auch der äußere Verschluß mittels eines Ladens a angedeutet ist. Das Simsbrett b, Fig. 161, ist mit einer Wassernase und aufrecht stehendem Ansatz versehen, in welchem die sogenannte Futterrahme c des Fensters eingreift, an die sich der Fensterflügel anschlägt. Durch diese Bildung des Simsbrettes, welches außerdem oben abgeschrägt wird, damit das Wasser nicht darauf stehen bleiben kann, wird dem Eindringen des Regenwassers vorgebeugt. Um nun auch das Schwitzwasser der Fenster aufzunehmen, ist das innere gerinnte Simsbrett angebracht, welches außerdem den Vorteil gewährt, kleinere Gegenstände am Fenster niederlegen zu können. Die Befestigung desselben findet teils am Riegel und der Verkleidung, sowie auf den Trägern, „Knaggen", d statt.

Fig. 161.

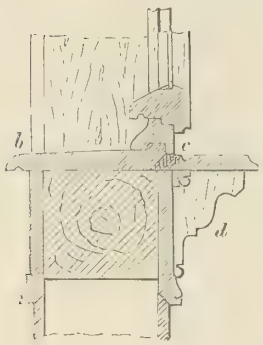


Fig. 162.

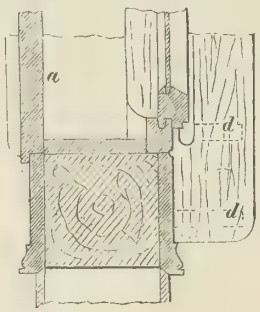


Fig. 163.

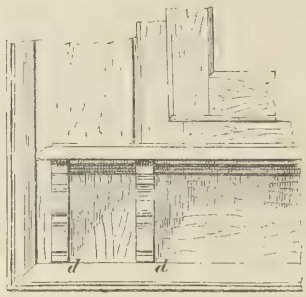


Fig. 164.

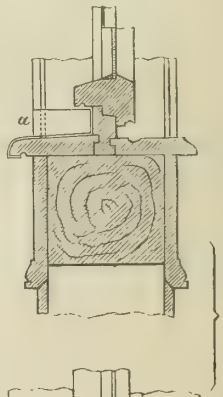


Fig. 165.

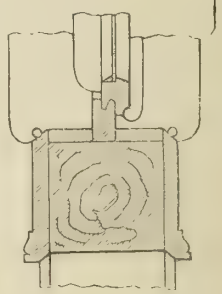


Fig. 166.

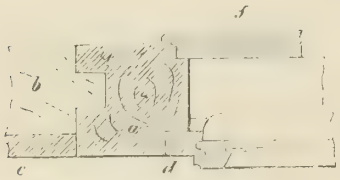
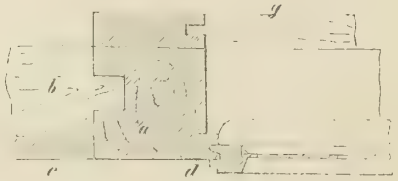


Fig. 167.



Die Fenster in der Mitte der Wanddicke anzubringen, findet sehr häufige Anwendung, Fig. 164—165. Bei dieser Anlage muß zuerst das Fensterfutter eingesetzt werden, an welches sich die Simsbretter, Fig. 164, sowie die zur Verkleidung der Pfosten und Riegel dienenden Futterstücke, Fig. 165, anschließen. Die Simsbretter sind in das Fensterfutter eingezapft und erhält das äußere Simsbrett eine starke Schräge nebst Wassernase. Häufig wird auch das Simsbrett nebst dem Fuße der Pfosten und die Fensterfutterrahme bis unter den Fensterflügel mit Blech beschlagen, um das Eindringen des Regenwassers an sämtlichen Fugen zu verhindern, Fig. 164a.

Bei Holzhäusern in der Schweiz*) findet man die Fensterpfosten a, Fig. 166—167, gehobelt, in welche die Füllhölzer b eingespundet sind, an deren Innenseite die Vertäferung c angebracht ist. Was nun die Anordnung der Fenster betrifft, so werden die Futterrahmen d in die Falzen der Pfosten und bündig mit denselben eingesetzt, während an der Außenseite entweder Flügelladen f, Fig. 166, oder Schiebladen g, Fig. 167, angebracht sind.

Bei den Thüren vertritt in den meisten Fällen die Wandschwelle auch die der Thüre, doch muß sie in vielen Fällen ganz oder zum Teil ausgeschnitten werden, je nachdem der Fußboden des Raumes, zu dem die Thüre führt, mehr oder weniger unter der Oberfläche der Thür- oder Wandschwelle liegt. Liegt der Fußboden so, daß seine Oberfläche mit der der Schwelle in eine Ebene fällt, so könnte man die letztere hobeln, und das Thürfutter nur an den drei übrigen Seiten herumführen, wenn man, wie bei den Thüren der Zwischenwände im Innern der Gebäude, der Thürschwelle keinen Vorsprung geben will. Indessen pflegt man auch in diesem Falle die Schwelle um die Brettdicke

Fig. 168.

auszuschneiden, und ein besonderes Futterbrett, gewöhnlich von Eichenholz, einzulegen. Bei den Wänden der Erdgeschosse würde aber bei dieser Lage die Schwelle ihrer ganzen Höhe nach verschüttet werden, und deshalb legt man sie höher. Legt man sie nun so, daß ihre Unterfläche mit dem Fußboden in eine Ebene fällt, dieser also mit dem Sockel gleich hoch liegt, so muß die Schwelle in der Thüre ganz ausgeschnitten werden, wenn sie nicht über dem Fußboden vorstehen soll. Dies kann aber für die Wand gefährlich werden, weil dadurch die Längenverbindung aufgehoben wird, weshalb man diese womöglich durch eiserne Schienen wieder herzustellen sucht. Wenn daher keine anderen Gründe dagegen sprechen, so wird es am besten sein, in den unteren oder Erdgeschossen den Fußboden in Beziehung auf die Wandschwellen so hoch zu legen, daß in der Thüre beiläufig die halbe Schwellenhöhe, oder so viel ausgeschnitten wird, daß sie noch 7,5 cm stark bleibt. Befindet sich in der Nähe der ausgeschnittenen Stelle ein Stoß der Schwelle, nach dem schrägen Hakenblatt ausgeführt, so muß das Blatt, wie bei A, Fig 168, unten an das ausgeschnittene Schwellenende geschnitten werden, und nicht wie bei B, weil hier nach der Linie a b leicht ein Abspringen erfolgen könnte. Ist die Schwelle aber zugleich eine Saumschwelle und auf ein Gebälk aufgekämmt, so daß ein Balken unter die ausgeschnittene Stelle trifft, so wird man hier die Tiefe der Verkämmung nicht aus der Schwelle, sondern ganz aus dem Balken schneiden.

*) Gladbach, Der Schweizer Holzstil.

Bei Einfahrten, deren Schwelle immer unter der Wandschwelle liegt, pflegt man die Anordnung nach Fig. 169 zu treffen. Die Thürschwelle a b liegt hier immer in das Sockelgemäuer versenkt und muß daher von Eichenholz genommen und auch wohl noch mit einigen eisernen Schienen beschlagen werden, wenn sie Dauer gewähren soll. Wenn man hinreichend lange und feste Werksteine haben kann, so eignen sich diese ganz vorzüglich zu dergleichen Thorschwellen. Sie müssen aber so lang sein, daß die Thürpfosten noch in sie eingezapft werden können. Diese sind mit den Wandschwellen bei c c verzapft und hängen außerdem noch auf

Fig. 169.

einer Versatzung. Diese Zapfen müssen verbohrt werden, wenn man kein Eisen zur Verbindung verwenden will.

Die Fenster-, noch mehr aber die Thür- und Thorriegel, die für die Öffnungen den Sturz bilden, werden in die Pfosten außer mit dem Zapfen auch noch mit einer Versatzung eingelassen, so daß sie mit dem vollen Holze aufliegen. Der Tragkraft dieser Riegel kommt man zuweilen durch konsolartige Knaggen in den Ecken zu Hilfe, die, nach mancherlei Formen geschnitzt, endlich zu Kopfbändern werden, und dann ausgeründet oder von krummgewachsenem Holze gemacht, eine Art Bogenarchitektur darstellen, die eigentlich in der Holzkonstruktion keine Begründung findet.

Bei sehr weiten Thoren, über denen eine volle Wand vielleicht durch mehrere Stockwerke sich erhebt, legt man wohl einen verzahnten oder verdübelten Balken als Riegel, wie in Fig. 170, wo der Thorriegel, unmittelbar unter der Pfette liegend, mit dieser verdübelt und verbolzt erscheint.

Bei Fig. 171 fehlt der Thorriegel und ist die Pfette mit Bügen gegen das Einschlagen gesichert, oder, wenn es der Raum gestattet, bringt man einen Thorriegel versatzt und auf Knaggen ruhend an, Fig. 172, und sprengt die durch eine Hängsäule unterstützte Pfette mittels zweier Streben ab. Natürlich müssen dann die Thürpfosten hin-

reichend stark genommen werden, weil auf diesen nun die ganze Last ruht. Ein möglichst fester Stand und ein hinreichend starker Querschnitt sind für Thür- und Thorpfosten

Fig. 170.

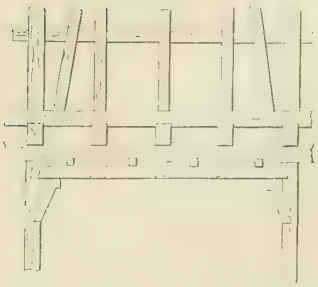


Fig. 171.

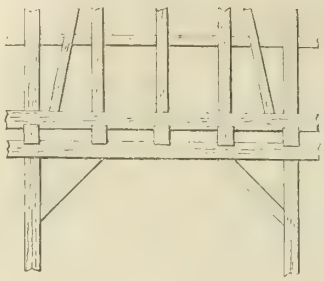
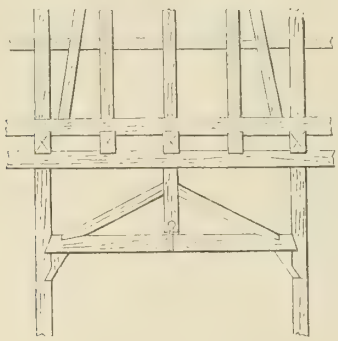


Fig. 172.



schon deshalb erforderlich, weil an ihnen die oft schweren Thürflügel befestigt werden, die bei ihrer Bewegung nachteilige Erschütterungen verursachen können.

Bei Wänden mehrstöckiger Gebäude pflegt man, nach Fig. 173 oder 175, für jedes Stockwerk eine vollständige Wand mit Pfette und Schwelle anzuordnen, so daß, mit Ausnahme der untersten, alle Schwellen Saumschwellen werden und als solche auf dem Etagengebälke aufgekämmt sind, die ihrerseits auf der Pfette der unteren Wand ruhen. Bei dieser Anordnung befinden sich zwischen den Pfosten der unteren und der darüber stehenden Wand drei Langhölzer, die senkrecht auf ihre Fasern zusammengepreßt werden. Dies letztere kann nun aber erfahrungsmäßig, wenn die Hölzer weich und nicht ganz ausgetrocknet sind, $^1/_{24}$ ihrer Höhe betragen, weshalb es mitunter empfehlenswerter ist, eine andere Konstruktion zu wählen und entweder die Pfette der unteren Wand, wie bei A in Fig. 174, oder wie in Fig. 1, Taf. 3, etwas höher zu nehmen und zugleich als Schwelle der oberen dienen zu lassen, oder die Hauptpfosten ununterbrochen durch die ganze Höhe sämtlicher Wände laufen zu lassen. Da man aber das hierzu nötige Holz bei der erforderlichen Stärke oft nicht in der nötigen Länge haben kann, so konstruirt man diese Pfosten als Doppelpfosten, d. h. stellt zwei Hölzer unmittelbar nebeneinander und sorgt dafür, daß nicht beide in einerlei

Fig. 173.

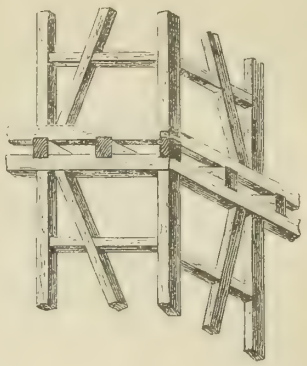


Fig. 174.

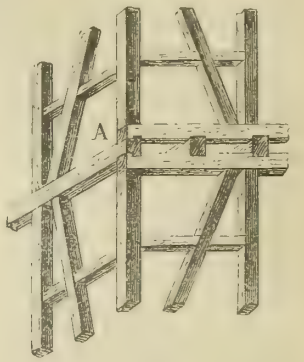
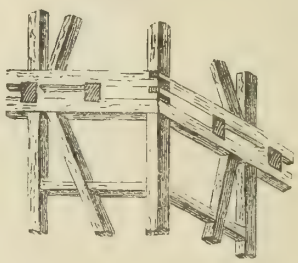


Fig. 175.



Höhe gestoßen werden. Letzteres geschieht durch Schraubenbolzen. Bei dieser Konstruktion kann man die Pfosten entweder nach der Länge oder nach der Dicke der Wand doppelt stellen, und beide Methoden haben Vorteile. Die immer 3—3,60 m auseinander gestellten Doppelpfosten erlauben, wenn sie nach der Länge der Wand, wie in Fig. 2, Taf. 4, doppelt stehen, die Balken der Zwischendecken und des Daches durch sie hindurch zu stecken und mit ihnen zu verbolzen, wodurch diese ein sehr sicheres Auflager bekommen und als sehr wirksame Anker angesehen werden dürfen. Dahingegen können nun die Schwellen und Pfetten, überhaupt die zur Bildung der Wand dienenden horizontalen Hölzer nicht in langen Stücken verwendet werden, sondern können nur von einem Doppelpfosten zum andern reichen, und werden dann mit ihnen verzapft und die Haupthölzer durch eiserne Schienen verbunden.

Stehen die Pfosten aber, wie in Fig. 1, Taf. 4, nach der Tiefe doppelt, so können die eben genannten Hölzer in langen Stücken durch die Pfosten hindurchgehen und, mit ihnen verbolzt, der Wand eine Festigkeit geben, die in solchem Grade auf keine andere Weise erreicht werden kann. Die Verbindung mit den Balken ist jetzt zwar nicht mehr so solid, doch aber kann man, wenn statt des einen starken zwei schwächere Balken zu beiden Seiten des Doppelpfostens angeordnet, in dieselben etwas eingelassen und mit ihnen

verbolzt werden, eine hinreichende feste Verbindung erzielen, so daß die Stellung der Doppelpfosten nach der letzteren, in Fig. 1 dargestellten Anordnung in den meisten Fällen den Vorzug verdienen dürfte.

Gewöhnlich stellt man die Doppelpfosten unmittelbar auf das Fundament der Wand, besonders bei der Stellung nach der Stärke der letzteren, und nur, wenn das Fundament nicht ganz sicher, der Baugrund weich und nachgebend und die durch die Doppelpfosten übertragene Last sehr bedeutend ist, muß man, um die Last besser und auf einen größeren Raum des Fundamentes zu verteilen, die Doppelpfosten auf hinreichend starke Schwellen stellen. Diese können nach der Stellung Fig. 2, Taf. 4, einfach, müssen aber nach der Stellung Fig. 1 doppelt sein. Hierbei tritt die Schwelle, da der zwischen den Doppelpfosten befindliche Teil der Wand immer bedeutend schwächer als letztere ist, auch außerhalb gegen die Wand vor und muß daher gut gegen das Aufschlagen des Regenwassers geschützt werden. Der zuletzt erwähnte Umstand macht es rätlich, diese Doppelschwelle, wo es thunlich, zu vermeiden und sich mit einer einfachen zu begnügen, wie Fig. 1, Taf. 4, zeigt.

Der Raum zwischen den Doppelpfosten wird auf die früher besprochene Weise „ausgebunden“, und in Beziehung auf die Etagenbalken kann man das Auflager derselben auf die verschiedenen in Fig. 1 und 2, Taf. 4, dargestellten Arten anordnen.

Will man das System der Doppelpfosten konsequent durchführen, so ergeben sich an den Ecken vierfache Pfosten, die dann einen sehr soliden Eckpfeiler bilden. Besonders bei Kirchen und Türmen, die aus Fachwerk erbaut werden sollen, findet die beschriebene Konstruktion Anwendung; ebenso aber auch bei Magazinen und Scheunen, und bei letzteren leisten nach der Stärke der Wand gestellte Doppelpfosten einen sehr erwünschten Widerstand gegen den Seitendruck des Getreides und verhüten das bei hohen Scheunenwänden so häufige Ausbauchen sehr kräftig.

In Fig. 1, Taf. 3, haben wir eine Riegelwand nach dem Vorschlage des Herrn Etzel in Försters Bauzeitung gegeben, bei welcher ebenfalls durchgehende Hauptpfosten a a angebracht sind und die stärkeren Pfetten b b zugleich als Schwellen der darüber stehenden Wände dienen. Fig. 2 zeigt einen Horizontalschnitt nach g h, Fig. 1; Fig. 4 eine Seitenansicht und Fig. 3 den vertikalen Durchschnitt der Wand, aus welchen Zeichnungen die getroffene Anordnung so deutlich hervorgeht, daß eine weitere Erläuterung überflüssig erscheint, um so mehr, da die befolgten Grundsätze durchaus dieselben sind, die wir oben weitläufig besprochen haben. Bei den mancherlei Holzbauten an Schuppen und Remisen ꝛc. der württembergischen Eisenbahnen ist von dieser Konstruktion vielfach Gebrauch gemacht, und wir haben dadurch Gelegenheit, die Haltbarkeit und Zweckmäßigkeit derselben zu prüfen. Die Fig. 5 und 6 zeigen Vertikalschnitte nach den Linien c d und e f, Fig. 2.

Wir haben bisher immer vorausgesetzt, daß die Wände entweder auf einem Fundamente, einer Sockelmauer, oder aber solche in höheren Stockwerken befindliche auf anderen Wänden ruhen und so die Schwellen in ihrer ganzen Länge eine unmittelbare Unterstützung finden. Sehr häufig kommt aber der Fall vor, daß Wände über hohlen Räumen ausgeführt werden sollen, so daß das die Schwelle bildende Holzstück nur an seinen Enden eine Unterstützung findet. Alsdann müssen sogenannte Spreng- oder eigentlich Hängwände konstruirt werden. Der leitende Gedanke hierbei ist, daß man die Schwelle der Wand als den Tramen eines Hängwerkes ansieht, dessen Hängsäulen die Pfette unterstützen, und die zwischen den für das Hängwerk nötigen Verbandstücken bleibenden Räume durch Pfosten und Riegel von schwächerem Holze zweckmäßig ausfüllt. Hiernach erhält man in Fig. 176 den einfachen und in Fig. 177

Fig. 176.

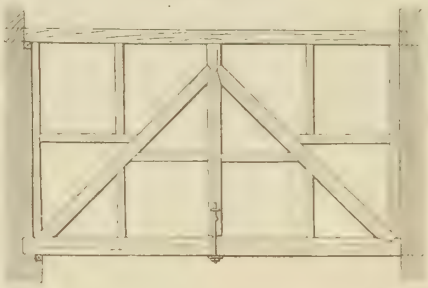
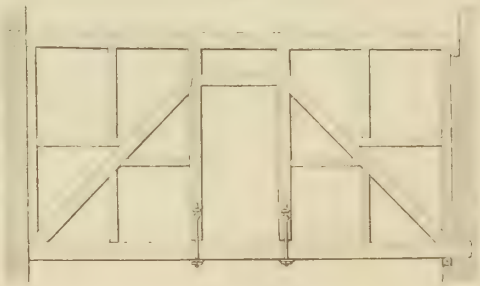


Fig. 177.



den doppelten Hängbock, indem in letzterem Falle zwei Hängsäulen wegen Anordnung der Thüre erforderlich sind.

Dergleichen Wände sind aber meistens Querscheidewände, d. h. solche, die senkrecht auf den Fronten stehen, und in diesen liegt eine Thüröffnung nur dann zweckmäßig in der Mitte, wenn die Zimmertiefe, oder hier die Länge der Wand, mindestens 5,5—6 m beträgt; sonst wird die Thüröffnung gewöhnlich so angelegt, daß sie 0,90—1,20 m

von der Frontwand entfernt bleibt. In einem solchen Falle muß man von der symmetrischen Gestalt der Hängwände abgehen, und wenn auch, wie in Fig. 1, Taf. 5, die Thürpfosten noch als Hängsäulen auftreten, doch vielmehr die Wand als eine unverschiebliche Netzfläche darzustellen suchen, welche, ohne sich umzubiegen, an beiden unteren Enden aufruht. Fig. 1, Taf. 5, zeigt diesen Fall, wobei zugleich zwei dergleichen Wände, in zwei verschiedenen Stockwerken übereinander stehend und durch die zu beiden Seiten in der Mitte der Höhe liegenden doppelten Balken zu einem Ganzen verbunden, große Steifigkeit bekommen. Das dargestellte Beispiel bezieht sich auf einen wirklich zur Ausführung gekommenen Fall und ist aus dem Geyer'schen Werke entnommen. Da dergleichen Wände in den Fachen indessen das Mißliche, daß sich der Bogen setzt, und zwar mehr, als die Strebe auf der andern Seite, was nachteilige Verschiebungen hervorbringt und nur zu vermeiden sein wird, wenn man den Bogen mit möglichst engen Fugen und einem Mörtel wölbt, der beim Erhärten sein Volumen nicht verringert.

In einem solchen Falle wird aber die in Fig. 3, Taf. 5, bezeichnete Anordnung, bei welcher die hölzernen Streben durch zwei doppelte eiserne Hängbänder ersetzt sind und die Wand an ihre Pfette aufgehängt erscheint, zweckmäßig anzuwenden sein, denn man wird bei derselben von den Verbandstücken beliebig fortlassen können für die Feuerwand, wenn nur die Thürpfosten als Spreizen zwischen Schwelle und Pfette der Wand bleiben. Bemerkt soll aber noch

Fig. 178.

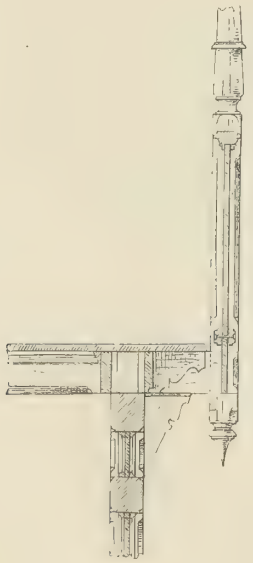
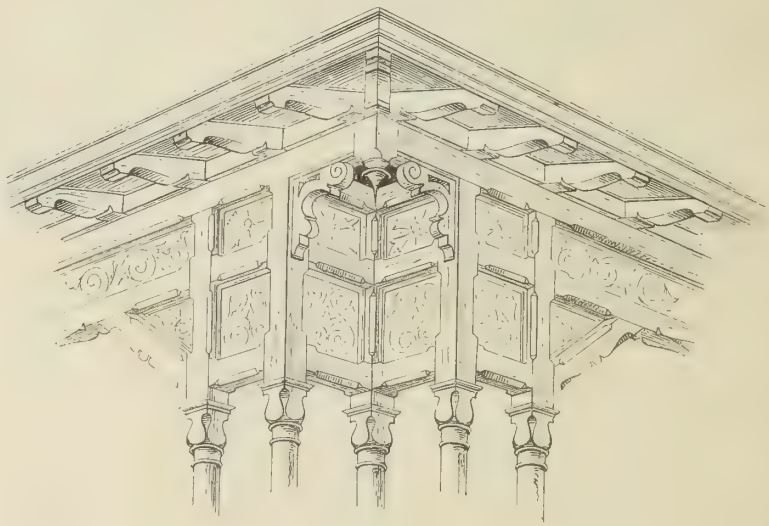


Fig. 178 a.



selten ausgemauert, sondern meistens hohl gelassen und nur auf beiden Seiten geputzt zu werden pflegen, so hat die unregelmäßige Gestalt der entstehenden Fache keinen Nachteil, was allerdings der Fall sein würde, wenn sie mit Steinen ausgemauert werden sollten. Die Streben oder Spreizen sind mit den Pfosten und Schwellen durch Versatzungen verbunden, während die Zangen mit schwalbenschwanzförmigen Blättern in die mit ihnen verbundenen Hölzer eingelassen sind. Die Wand hat eine besondere Pfette und Schwelle, die deshalb angeordnet sind, um die Balken nicht zu schwächen und die Arbeit bei dem Abbinden der Wand zu erleichtern, weil nun die schweren Balken dabei nicht mit „zugelegt" zu werden brauchen.

Soll zugleich ein Teil der Wand massiv als Feuerwand konstruirt werden, und liegt die Thüröffnung in der Mitte, so ersetzt man wohl die eine der Hängstreben, wie Fig. 2, Taf. 5, zeigt, in der Ausmauerung durch einen einhüftigen Bogen von Backsteinen. Diese Konstruktion hat werden, daß diese Konstruktion sehr geeignet ist, schon bestehende, früher unterstützt gewesene Wände in Hängwände zu verwandeln, was mit weit weniger Umständen verbunden ist, als bei der gewöhnlichen Konstruktion, indem bei jener alles ungeändert bleibt, bei dieser aber alle Fache herausgeschlagen und alle Hölzer neu verbunden werden müssen. Außerdem setzt sich eine neu abgebundene Hängwand, wie jedes Hängwerk, etwas, und wenn dies erst eintritt, nachdem die Wand geputzt ist, so entstehen Risse und Sprünge, die bei der in Fig. 3 dargestellten Konstruktion nicht wohl entstehen können, weil die eisernen Hängbänder, einmal gespannt, nicht nachgeben. Die Stärke derselben läßt sich, wenn man die Last und das Eigengewicht der Wand kennt, leicht berechnen. Zu bemerken ist noch, daß die Schwelle nicht zwischen den Thürpfosten gestoßen sein kann.

Schließlich wollen wir noch bemerken, daß, obschon die Sprengwände noch vielfach im Gebrauch sind und insbesondere von den Zimmerleuten warm empfohlen werden,

wir diese Konstruktion doch als veraltet ansehen, indem das gewalzte Eisen, welches in jeder Stärke leicht zu haben ist, wenn auch mit etwas mehr Kosten verknüpft, über alle Schwierigkeiten bequem hinweg hilft. Bei den Sprengwänden, insbesondere den ausgemauerten, sind Senkungen fast unvermeidlich, und wenn sie in den ersten Jahren nicht

Fig. 178 b.

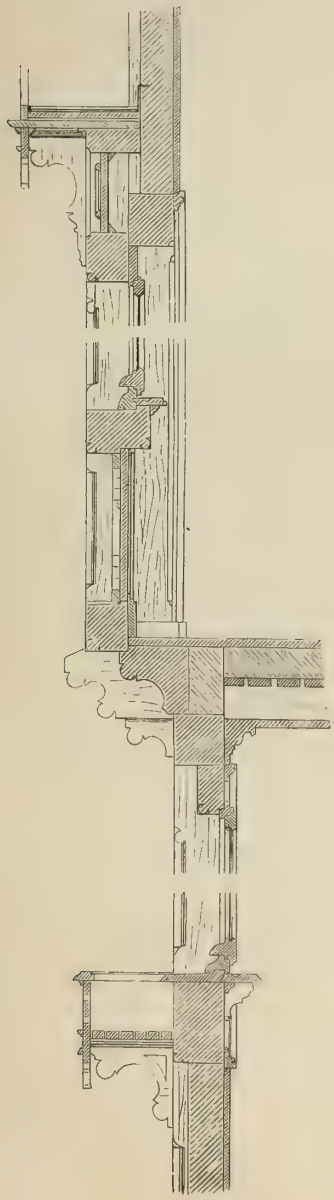
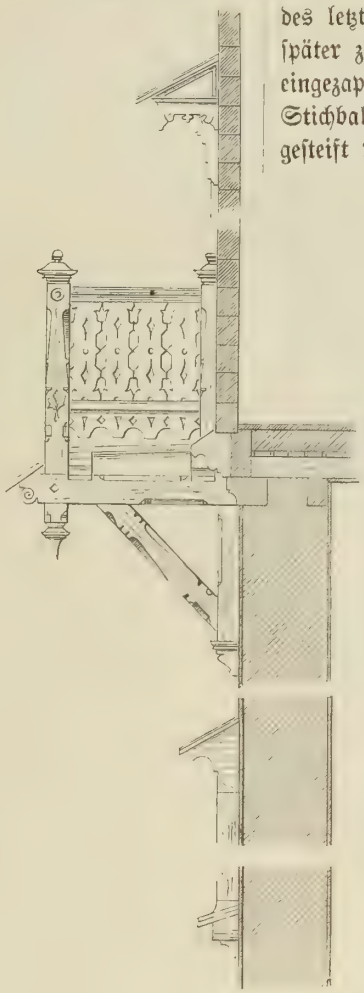


Fig. 179.



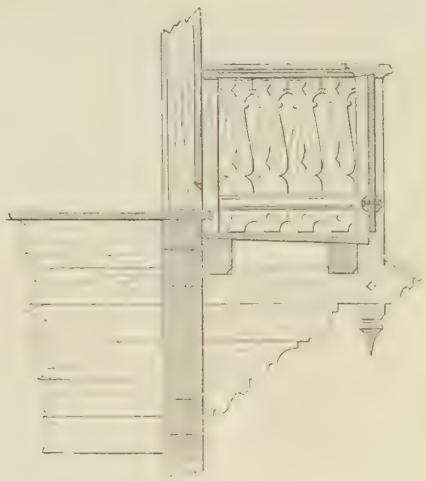
vorkommen, so treten sie später ein, was man bei der Anwendung der I-Schienen, wenn deren Querschnitt richtig bestimmt ist, nicht zu befürchten hat. Das Nähere hierüber erklärt der dritte Band.

Bevor wir die Konstruktionen der Riegelwände verlassen, dürften die auf den Taf. 6 8 dargestellten Zeichnungen von ausgeführten Fachwerksbauten hier angeschlossen und kurz besprochen werden.

Taf. 6 zeigt die beiden Fassaden eines zweistöckigen Gebäudes mit übersetzten Wänden. Die Kniewände und Wandflächen an den Giebeln sind verschalt. Zum Schmucke des Gebäudes sind zwei Balkone, ein offener und ein überdeckter, angebracht.

Taf. 7 stellt in Fig. 1—4 einen dekorirten Giebel dar mit Balkon auf einem steinernen Gebäude. Der Boden des letzteren ist durch ein Stichgebälk, Fig. 4, worauf wir später zurückkommen werden, und welches in ein Kopfholz eingezapft ist, unterstützt, während die beiden äußersten Stichbalken von je einem Bug, Pfosten und Konsol abgesteift werden. Das Geländer besteht aus Pfosten, Deck-

Fig. 180.



gesims, Brüstungsbrettern, „Doggen", und Sockelleisten. Die Pfosten sind nicht in das Kopfholz eingezapft, sondern besser in dasselbe eingeschoben und verschraubt.

Den oberen Teil von Fig. 1, Taf. 8, wozu die Seitenansicht und der Grundriß in Fig. 2—3 dargestellt sind, haben wir an der Hoffassade des Model'schen Hauses in Karlsruhe ausführen lassen und den unteren Teil dazu entworfen, um das Blatt besser ausfüllen zu können. Dazu sei nur erwähnt, daß das Übersetzen der oberen Pfosten und Einsetzen derselben in die Balkenköpfe nebst Verschraubung mit denselben hauptsächlich aus dem Grunde geschehen ist, damit kein Regenwasser sich in Zapfenlöcher einsetzen und Fäulnis erzeugen kann, was aus Fig. 178 ersichtlich ist. Eine perspektivische Ansicht der Pfostengruppe an der Ecke der oberen Etage ist in Fig. 178a dargestellt.

Aus der bereits erwähnten Holzarchitektur von Böt-

tiger folgen auf Taf. 9 sechs Beispiele von Thürbildungen mittelalterlicher Holzbauten, wobei die obere Begrenzung der Thüröffnung verschiedene Linien zeigt, welche durch ausgeschweifte und scharf eingepaßte Holzstücke erzielt worden sind.

Während bei steinernen Fenstergestellen die Verdachung in technischer Beziehung den Zweck hat, das an der Wand über dem Fenster herabfließende Regenwasser abzuleiten, erfüllt ein über dem Fenstersturz angebrachtes und am besten mit Zink beschlagenes Gesimsbrett bei hölzernen Fenstergestellen diesen Zweck, wie dies auf Taf. 10 zu ersehen ist. Diese Tafel hat den Zweck, die Umrahmung einer Thürenöffnung in Verbindung mit einem Balkon, Fig. 1—2, sowie die eines einfachen Fensters, Fig. 3—4, ferner die Bildung zweier übereinander liegender Doppelfenster, Fig. 5—8, zu zeigen. In Fig. 1 sind Thürpfosten und Riegel gehobelt und nach außen mit geschnitzten Brettern verkleidet, worüber eine aus Knaggen, Häng- und Deckbrettern bestehende Verdachung angebracht ist. Das Thürgestell befindet sich in einer Blockwand, die im nächsten Paragraphen beschrieben ist, und besteht aus zwei Pfosten, welche die Enden der Balken aufnehmen und in den als Thürriegel dienenden Balken eingezapft sind. Das Fenstergestell, Fig. 3—4, besteht aus gehobeltem und profilirtem Holz. Dasselbe tritt über die Mauer weit vor, um eine kräftige Schattenwirkung zu erzielen, weshalb die Schwelle, „Brustriegel", durch zwei eingemauerte Träger gefaßt wird, wie aus Fig. 3—4 zu ersehen ist. Das Simsbrett, sowie der Fuß der Pfosten sind mit Zinkblech beschlagen, ebenso auch die Verdachung.

Zur Belebung der Fassaden tragen die vor die Wandfläche vorgesetzten Fenstergestelle wesentlich bei, wie Fig. 5 und 6 beispielsweise zeigt, und wird dieser Effekt am unteren Teile des Fensters durch vortretende Balkenköpfe, Füllhölzer und Konsolen und am oberen Teile mittels einer stark ausladenden Verdachung erreicht. Hierher gehören auch die Blumenbänke Fig. 7—8, Balkone ꝛc., welche ohne große Geldopfer leicht herzustellen sind und außer den Annehmlichkeiten noch den Zweck haben, die darunter befindlichen Konstruktionsteile, insbesondere Fenster, Thüren ꝛc., zu schützen. Den Durchschnitt von Fig. 5 und 8, Taf. 10, giebt deutlich Fig. 178b.

Während Fig. 1 und 4, Taf. 7, die Konstruktion eines Balkon zeigt, dessen Boden, je nach der Lage der Balken, entweder durch Verlängerung einzelner derselben, oder durch Anordnung von Stichbalken getragen werden kann, liegt der Boden Fig. 1—2, Taf. 10, auf Balken auf, welche unabhängig sind vom Stockgebälk und mittels besonderer Träger unterstützt werden. Die Traghölzer der Balken werden, zur Aufhebung des nach außen wirkenden horizontalen Zuges, entweder mit der Mauer verankert oder mit dem Stockgebälke fest verbunden. Die Köpfe dieser Hölzer werden ausgeschert, damit die zu beiden Seiten ausgeschnittenen Geländerpfosten eingestreift und verschraubt werden können, welche Verbindung der Verzapfung vorzuziehen ist. Die Seitenansicht von Fig. 1 und 4, Taf. 10, ist in Fig. 179 dargestellt.

Eine andere Art der Unterstützung der Balkonbalken ergiebt sich dadurch, daß bei der Blockwandbildung einzelne Balken der Querwände Fig. 180 verlängert werden.

Was endlich das Balkongeländer betrifft, welches aus den Pfosten, Brüstungsbrettern, „Doggen", den Sockelleisten und dem Deckgesims besteht, so hat dasselbe vorzugsweise seine Befestigung an den Pfosten, weshalb diese derart mit den Trägern verbunden werden müssen, daß das Regenwasser sich nicht festsetzen und Fäulnis erzeugen kann, wie wir dies bereits erwähnt haben.

§ 3.

Die Blockwand.

Die Block- oder Schurzholzwand ist nur in sehr holzreichen Gegenden, wie in Rußland, Polen, Galizien, in der Schweiz, Tirol ꝛc. gebräuchlich, auch haben die befestigten Blockhäuser der Russen in Sibirien und die der Engländer in Kanada solche Wände. Die Konstruktion besteht darin, daß man die Schurzhölzer, d. i. auf allen vier, drei, oder nur zwei Seiten ebengehauene Stämme, unmittelbar aufeinander legt, bis die Höhe der Wand erreicht ist.

An den Ecken und überhaupt da, wo sich zwei solcher Wände kreuzen, geschieht die Verbindung entweder durch Verkämmung, Überblattung oder Verzinkung.

Die Verkämmung ist in Fig. 181 dargestellt, wobei jedes Holz vor dem Kamme einen Kopf behält, so daß sich die Wände über den Kreuzungspunkt hinaus beide noch fortsetzen. Die Tiefe jedes Kammes beträgt $^1/_4$ der Holzstärke, von welcher demnach die halbe stehen bleibt. Bei unbeschlagenen Hölzern wird sich die Verkämmung etwa nach Fig. 182 darstellen.

Bei der Überblattung, Fig. 183, liegen immer die Hölzer einer Schichte in beiden ein Eck bildenden Wänden gleich hoch, und müssen daher auch von gleicher Höhe sein, was bei der Verkämmung nicht nötig war. Die Überblattung wird sehr einfach dadurch gebildet, daß aus jedem Holze die halbe Holzstärke ausgeschnitten, die Verbindung dann aber auch durch einen starken Nagel von hartem Holze in senkrechter Richtung noch mehr befestigt wird. Ein Überstehen der Hölzer findet nicht statt, doch ist die Festigkeit hinreichend gesichert, und die freiliegenden Hirnflächen der Hölzer können durch vorgenagelte Bretter geschützt werden, die in der Ansicht eine Art Ante bilden.

Fig. 181.

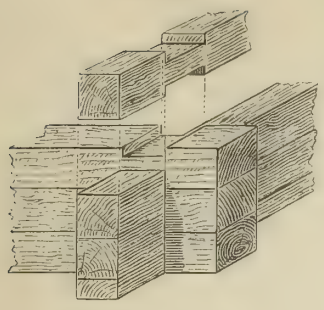


Fig. 182.

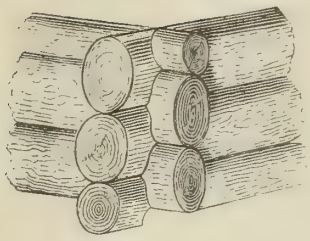


Fig. 183.

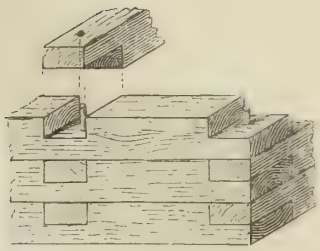


Fig. 184.

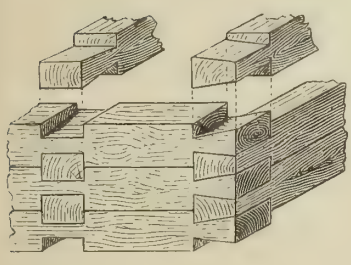
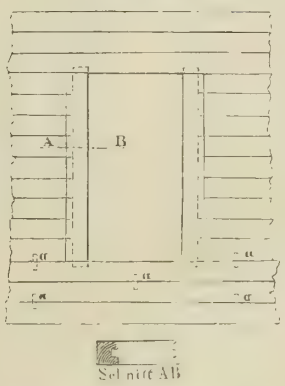


Fig. 185.



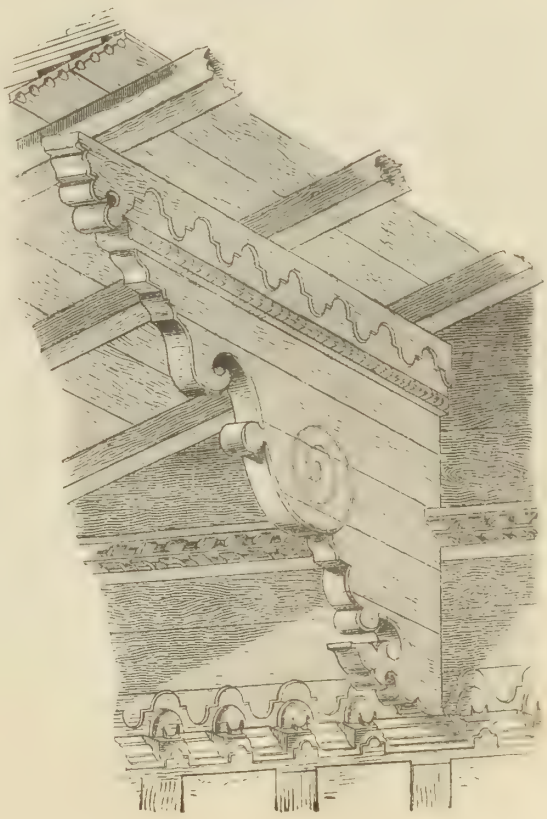
Die Verzinkung geschieht, nach Fig. 184, dadurch, daß jedes Holzstück an seinem Ende einen nach beiden Seiten schwalbenschwanzförmig gestalteten Zinken erhält, der, wenn die Hölzer übereinander gelegt sind, jedes Holz am Ausweichen hindert. Auch hier findet kein Überstehen der Hölzer am Eck statt, wie bei der Überblattung. Die beiden letzten Verbindungsarten ersparen an Holz, rauben aber der Konstruktion auch alles Charakteristische der äußeren Erscheinung.

Die Fenster- und Thüröffnungen in diesen Wänden werden auf die Art hergestellt, daß die Thür- und Fensterpfosten auf eines der Schurzhölzer, welches die Schwelle oder den Brustriegel bildet, eingezapft, und durch dieselbe Verbindung mit einem andern, das als Thür- oder Fensterriegel auftritt, verbunden werden. Sie sind seitwärts mit Nuten versehen, in welche die auf die Fenster- oder Thürhöhe treffenden Schurzhölzer mit Zapfen, die eine fortlaufende Feder bilden, eingreifen, wie dies in Fig. 185 dargestellt ist.

Da die Schurzhölzer ihrer Länge nach, ohne weitere Verbindung, nur durch ihr Gewicht gedrückt, aufeinander liegen, wodurch bei größerer Länge derselben ein horizontales Verbiegen einzelner Hölzer möglich wird, so werden sie in Rußland, auf alle 1,80 cm etwa, mit einander verdübelt, wie solches in Fig. 185 bei a a angedeutet ist. Alle diese Blockwände werden durch das Eintrocknen und Schwinden des Holzes immer niedriger, und wenn dies auch, unter der Voraussetzung, daß es bei allen Wänden eines Hauses gleichmäßig eintritt, der Konstruktion selbst gerade keinen Nachteil bringt, so hat die dabei stattfindende Bewegung doch das Üble, daß auf dergleichen Wänden kein Verputz (Bestich, Verblendung) angebracht werden kann. Um nun die Wände aber doch dicht zu bekommen, werden die Lagerfugen entweder mit Moos ausgelegt, oder, wie es in Rußland gebräuchlich ist, kalfatert, indem aus Werg lose gedrehte Seile mit einem stumpfen Stemmeisen und dem Schlägel in die Fugen getrieben werden. Die Außenflächen der Wände werden dann gewöhnlich mit Brettern vertäfert, und innerhalb wird, wenn man ein besseres Ansehen verlangt, tapeziert.

Auf Taf. 11 geben wir ein Bild eines kleinen aus Blockwänden konstruirten Gebäudes, welches wir aus dem äußerst sorgfältig ausgeführten Werk: „der Schweizer Holz-

Fig. 186.



ſtil von E. Gladbach“ entnommen haben. Es ſtellt dies einen Käſeſpeicher zu Böningen vor. Um dem Gebäude Schutz gegen Feuchtigkeit und Ungeziefer zu geben, iſt es bloß durch einzelne Pfoſten unterſtützt. Das Dach iſt mit Schindeln gedeckt und ſind dieſe durch ſchwere Steinblöcke gegen das Abheben durch Stürme geſichert. An den Ecken ſind die Hölzer verkämmt und oben kragen die Balkenköpfe übereinander vor, indem jeder dem darunter befindlichen Schutz gegen das Eindringen der Näſſe gewährt. Dadurch entſteht eine äußerſt maleriſche und für den Holzbau charakteriſtiſche Unterſtützung der Pfetten oder weit ausladenden Sparren. Ein reicheres Beiſpiel einer ſolchen konſolartigen Unterſtützung, aus eben genanntem Werk entnommen, zeigt Fig. 186. In Rußland werden die dem Schlagregen exponirten Hirnenden der Hölzer durch ein vorgenageltes Brett geſchützt, was, wenn es verwittert iſt, leicht durch ein neues erſetzt werden kann. Die vorſtehenden Köpfe tragen übrigens zur Verankerung der Wände, mithin zur Feſtigkeit bei, nur erfordern ſie noch etwas mehr Holz, und da bei dieſer Art der Verkämmung die Lagerfugen zweier Hölzer der einen Wand immer auf die Mitte eines Holzes der andern treffen, ſo muß, wenn endlich beide Wände gleich hoch werden ſollen, auf die eine entweder noch ein beſonderes Holzſtück aufgefüttert, oder das letzte um ſo viel höher genommen werden.

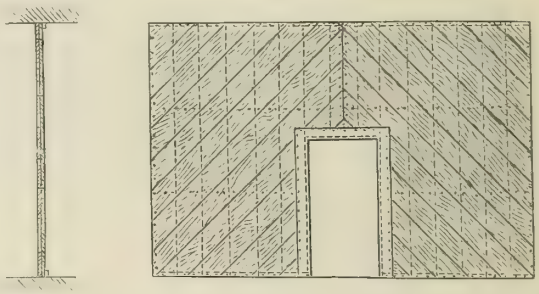
§ 4.

Die Dielen- und Bretterwand.

Den Blockwänden ſchließen ſich die Dielen- oder Bohlenwände an, welche noch bei Remiſen und ſonſtigen untergeordneten Gebäuden Verwendung finden. Solche Wände haben nach Fig. 1, 2 und 3, Taf. 12, eine Schwelle, eine Pfette oder Rahmſtück, und Eck-, Bund-, Thür-, Fenſter- und Zwiſchenpfoſten, wie die Riegelwände, nur fehlen die Büge oder Streben und die Wandriegel. Alle Pfoſten haben an der ihrem Nachbar zugekehrten Seite, ihrer Länge nach, Nuten, in welche Dielen in horizontaler Lage eingeſchoben werden, die ſo die Fache der Wand ausfüllen. Die Eckpfoſten ſind auf zwei, die Bundpfoſten auf drei Seiten genutet, und die Zwiſchenpfoſten werden in ſolchen Entfernungen voneinander geſtellt, daß die eingeſchobenen Dielen ſich nicht biegen, ſo daß die Weite zwiſchen den Pfoſten von der Stärke der Dielen abhängt. Letztere beträgt 3—6 cm bei 1,5—2,5 m Entfernung der Zwiſchenpfoſten. Erreichen die Dielen die Stärke der Pfoſten, ſo werden ſie Füllhölzer genannt, welche mit Zapfen in die Nuten der Pfoſten eingreifen, Fig. 166 und 167. In dieſem Falle greifen die Dielen oder (wie ſie nun wohl genannt werden) Füllhölzer nicht mit ihrer ganzen Stärke, wie die ſchwächeren Dielen, ſondern mit Zapfen ſo in die Nuten der Pfoſten, daß ſie auf einer Seite mit dieſen bündig liegen.

Da bei dieſen Wänden die Pfetten oder Rahmſtücke durch die Pfoſten unterſtützt werden, ſo nehmen ſie an dem allgemeinen Setzen der aufeinander liegenden Hölzer, in Folge des Zuſammentrocknens, nicht teil, und es wird daher zwiſchen den Pfetten und den oberſten Füllhölzern ein Zwiſchenraum entſtehen, den man auf verſchiedene Art zwar immer wieder ausfüllen kann, am beſten aber durch

Fig. 187.



ein von außen oder innen davor genageltes Brett, Fig. 1 und 2, Taf. 12, verſchließt. Die Wände werden auf dieſelbe Art wie die Blockwände gedichtet, die Dielen pflegt man zu fugen und eine Lage Moos oder Werg in die Fugen zu legen.

Je nach dem Grade der Dichtigkeit, welchen man von einer derartigen Wand beanſprucht, können die Dielen abgeſchrägt, gefälzt oder geſpundet werden, wie dieſe Verbindungen in

Fig. 188.

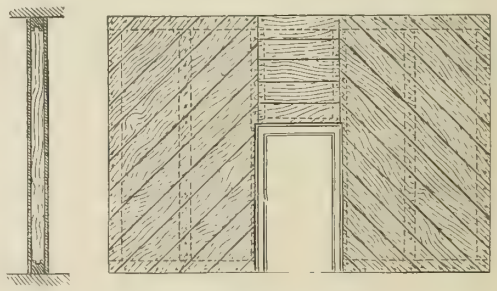


Fig. 7 dargeſtellt ſind. Zur Spundung ſind ſchon Bohlen von mindeſtens 6 cm Dicke erforderlich.

Eine ähnliche Wand, nur mit dem Unterſchiede, daß die Dielen eine ſenkrechte Lage annehmen und in die ausgefalzten Schwellen, Pfoſten und Pfetten eingelegt ſind, ſtellen die Fig. 4 bis 6, Taf. 12, dar. Dabei werden die Riegel und Streben um die Falztiefe ſchwächer als die Pfoſten ꝛc. gemacht und die Dielen auf ihnen, ſowie in den Falzen genagelt, worauf die Fugen mittels Leiſten, „Deckleiſten, Fugenleiſten“, abgedeckt werden.

Die Bretterwand wird nur als leichte Scheidewand gebraucht, und beſteht in der Bedeutung, wie wir ſie hier auffaſſen, aus einer doppelten Bretterlage. Gemeinig-

lich hat eine solche Wand keine direkte Unterstützung, indem man sie an der Stelle, wo man sie gerade braucht, unmittelbar und ohne weitere Vorbereitung zwischen Decke und Fußboden eines Raumes errichtet. Die Konstruktion einer solchen ist, nach Fig. 187, sehr einfach; die beiden Bretterlagen werden so übereinander gelegt, daß bei der einen die Fugen in vertikaler Richtung aufsteigen, während sie bei der andern in schräger Richtung sich der Mitte zuwenden, worauf beide durch eine hinlängliche Anzahl umgenieteter eiserner Nägel mit einander verbunden werden. Soll die Wand eine Thür bekommen, so wird die Öffnung dafür in der Wand ausgespart, mit einer Zarge eingefaßt, und auf beiden Seiten mit sogenannten Thürverkleidungen oder Einfassungen versehen.

Gewöhnlich bleiben die Bretter rauh, d. h. unbehobelt und die Wandfläche wird gerohrt und geputzt; weshalb die Bretter nicht dicht aneinander gereiht werden dürfen, damit sie sich beim Quellen nicht werfen. Soll der Putz einer solchen Wand keine Risse und Sprünge bekommen, so müssen die Rohrhalme die Adern des Holzes rechtwinklig kreuzen, und noch sicherer ist es, die Flächen doppelt zu rohren.

Die Befestigung an Decke und Fußboden geschieht sehr einfach durch Latten, die an dieser und der Wand durch Nägel befestigt, in den Thüröffnungen aber ausgeschnitten werden. Zuweilen werden auch Wände nach Fig. 188 aus leichtem, 7—9 cm starkem Riegelholz gebildet und beiderseits verschalt, verrohrt und geputzt, wobei der Raum zwischen den Pfosten hohl bleibt.

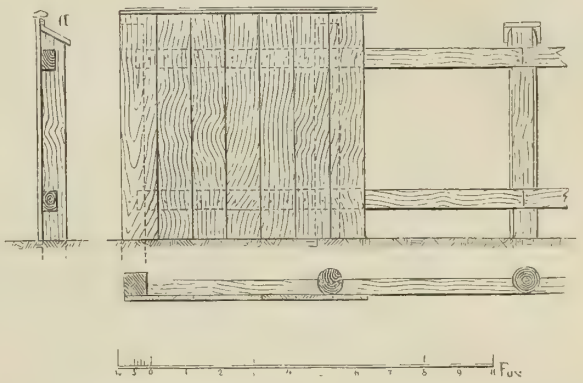
Zu Raumabteilungen in Kellern und auf Dachböden ꝛc. wendet man häufig aus Latten konstruirte Wände an. Das Gerippe derselben wird aus schwachem Holze („Rahmschenkeln"), 7—9 cm im Quadrat stark, konstruirt und besteht, wie eine Riegelwand, aus Schwelle, Pfette, Pfosten, Bügen und Riegeln. Die Pfosten stehen in Entfernungen von etwa 1,80 m, und die Büge und Riegel werden so angeordnet, daß die in vertikaler Stellung und mit Zwischenräumen von 3—6 cm dagegen gelegten Latten alle 1—1,2 m einen Nagel bekommen können. Das Wandgerippe muß so abgebunden werden, daß es, wenn auch die Hölzer verschiedene Stärken haben, doch eine Bundseite bekommt, auf welcher dann die Latten befestigt werden.

Erwähnen müssen wir hier auch noch diejenigen Wände, die als Einfriedigung offener Räume gebraucht werden.

Eine Planke (Bretterzaun) besteht aus einem Gerippe von in die Erde gegrabenen Pfosten und Riegeln; letztere in zwei Reihen übereinander, die untere etwa 0,30 m über der Erde, die oberste ebensoweit von den Köpfen der Pfosten entfernt. Auf der Bundseite werden die Bretter, die gespundet, gefalzt oder auch nur gefugt, glatt gehobelt oder rauh sein können, in vertikaler Stellung durch eiserne Nägel befestigt und so die Planke, wie sie in Fig. 189 dargestellt ist, vollendet.

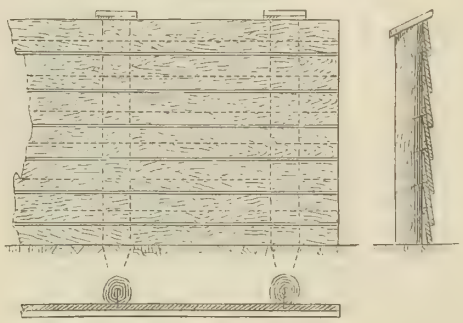
Die Pfosten, 15—21 cm stark, bleiben, so weit sie in die Erde kommen, rund, wenn sie aus einstämmigem Holze bestehen, und werden gewöhnlich, um das rasche Verfaulen zu hindern, an der Oberfläche etwas verkohlt. Wenn

Fig. 189.



man fetten Lehm haben kann, so muß man mit diesem Material in einer Entfernung von 0,3 m die Pfosten fest umstampfen, was ein sehr einfaches und doch wirksames Mittel gegen das rasche Verfaulen ist. Ein Tränken mit Steinkohlenteer ist nur dann anwendbar, wenn das Holz der Pfosten vorher durchaus ausgetrocknet war. Über der Erde brauchen die Pfosten nur an der Bundseite geebnet

Fig. 190.

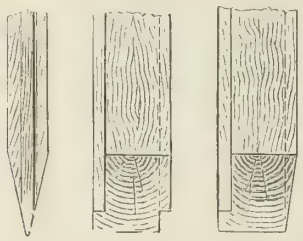


zu werden, und können übrigens rund bleiben; ebenso die Riegel, doch müssen letztere auf ihrer oberen Seite so gestaltet sein, daß das Wasser leicht ablaufen kann. Desselben Zwecks wegen werden die Köpfe der Pfosten schräg abgeschnitten und, um das Eindringen der Nässe hier noch besser zu verhüten, wohl mit einem an allen Seiten etwas überstehenden Brette bedeckt, Fig. 189a. Um die aufwärts gerichteten Hirnenden der Bretter gegen die Nässe zu schützen, bedeckt man sie mit einer dachförmig behobelten Leiste, zu deren Befestigung eine Latte, Fig. 189, in horizontaler Lage zunächst den Enden der Bretter festgenagelt wird. Damit der Regen leicht ablaufe, muß man alles Holzwerk

mit Ausnahme der etwa rund gelassenen, jedenfalls aber von der Rinde befreiten Pfosten, glatt hobeln.

Wenn die Bretter bis nahe, oder ganz bis auf den Erdboden hinabreichen müssen, so leiden sie sehr durch das sogenannte Spritzwasser, und wenn infolgedessen ein Verfaulen eintritt, so ergreift dies alle Bretter an ihrem untern Ende, weshalb es vorzuziehen ist, die Bretter in horizontaler Lage, und etwas übereinander greifend, an die Pfosten zu nageln, wie dies in Fig. 190 gezeichnet ist. Hierbei müssen natürlich die Entfernungen der Pfosten voneinander mit der Länge der vorhandenen Bretter in Übereinstimmung

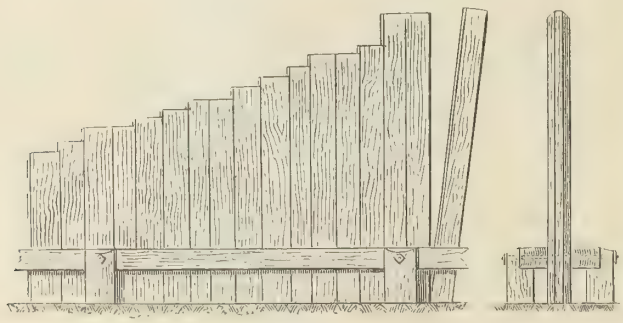
Fig. 191.



stehen, so daß der Stoß zweier Bretter immer auf der Mitte eines Pfostens stattfinden kann. Die Riegel können jetzt fortbleiben, wenn man, außer der eben erwähnten Rücksicht, die Zwischenweiten der Pfosten so anordnet, daß die Bretter so oft genagelt werden können, daß sie sich nicht nachteilig durchbiegen.

Behält man das zuerst beschriebene Holzgerippe bei, und bekleidet dasselbe, statt mit Brettern, mit Latten in

Fig. 192.



senkrechter Richtung, und mit größeren oder kleineren Zwischenräumen, so hat man den sogenannten Lattenzaun, wie er häufig angewendet wird.

Sollen dergleichen Zäune auf den Grenzen nachbarlicher Grundstücke errichtet werden, so ist es gebräuchlich, die Bundseite immer dem Nachbar zuzuwenden, und bei entstehenden Streitigkeiten über das Eigentumsrecht alter Zäune pflegt man an vielen Orten hiernach zu entscheiden, wenn keine anderen Beweismittel aufzutreiben sind. Die gewöhnlich vorkommenden Holzgeländer haben wir auf Taf. 13 in vier Beispielen von Fig. 1—8 zusammengestellt, wozu wir wohl keiner weiteren Erklärung bedürfen werden.

§ 5.

Die Spundwand.

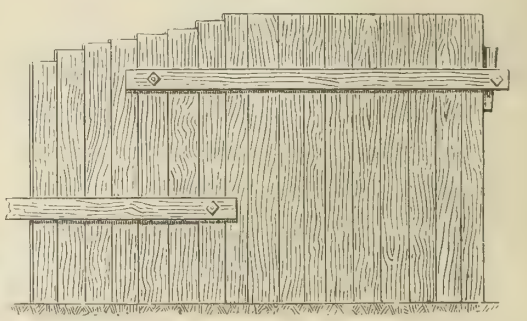
Die Spundwände gehören eigentlich ganz in das Bereich des Brücken- und Wasserbaues, doch können sie auch bei Gründungsarbeiten für Hochbauten Anwendung finden, so daß wir wenigstens ihre Konstruktionen im allgemeinen hier besprechen müssen, wenn wir auch nicht näher auf die Anwendung derselben eingehen können.

Der Zweck solcher Wände ist, das Durchströmen des Wassers zu verhindern, Wasserdichtigkeit im gewöhnlichen Sinne gewähren sie nicht. Oft sollen sie aber auch nur eine feste Umschließung bilden, um weichen moorigen Boden gegen das seitwärtige Ausweichen unter einer vertikal wirkenden Last zu schützen. Hiernach richtet sich die Konstruktion der Wand, und man unterscheidet in dieser Beziehung eigentliche Spund- und Pfahlwände.

Beide bestehen aus in den Boden eingerammten Pfählen, die bei den Spundwänden mit einer Spundung gegenseitig ineinander greifen, bei den Pfahlwänden aber, ohne diese möglichst dicht aneinander schließen.

Die Pfähle müssen viereckig beschlagen werden, und man sucht möglichst breite Pfähle aus den Stämmen zu gewinnen. Recht geradwüchsiges Holz ist notwendig, und deshalb kommen fast nur allein die Nadelhölzer zur Anwendung. Besonders trockenes Holz gewährt keine Vorteile, ist vielmehr wegen des Quellens im Wasser oder feuchten Grundes hinderlich.

Fig. 193.



Die Stärke der Spundpfähle schwankt zwischen 12 bis 25 cm. Bis zu 12 cm starken Pfählen, oder bei Bohlen wendet man die früher besprochene Keilspundung an, bei stärkerem Holze aber die Quadratspundung. Die Bearbeitung muß möglichst genau geschehen. Jeder Pfahl erhält, nach Fig. 191, an der einen Seite eine Nut, an der andern eine Feder, und wird nicht zugespitzt, sondern meißelförmig zugeschärft.

Das Einschlagen der Spundwand ist die schwierigste aller Rammarbeiten, erfordert große Aufmerksamkeit und wird sehr teuer, weshalb man vorher immer reiflich überlegen muß, ob der beabsichtigte Zweck durch eine Spund-

wand auch erreicht wird. Der Grund muß durchaus frei von größeren Steinen, Wurzeln, Holzstücken ꝛc. sein, und in dieser Beziehung genau untersucht und von dergleichen Gegenständen befreit werden, wenn die Arbeit gelingen soll. Das Einrammen der Spundpfähle kann nicht einzeln geschehen, sondern es muß die ganze Wand gesetzt, und dann erst müssen die Pfähle nach der Reihe eingeschlagen werden, und zwar nicht auf einmal zu ihrer ganzen Tiefe, sondern nur nach und nach, wie sie gerade leicht eindringen, „ziehen". Die Ramme muß daher öfters versetzt werden, weshalb die sogenannten Lauframmen vor den Kunstrammen, des leichteren „Verfahrens" wegen, den Vorzug verdienen. Die Hauptsache ist, die Wand schließend und in der vorgeschriebenen Richtung einzurammen, weshalb, nach Fig. 192, Zwingen, d. i. Balken, angeordnet werden, zwischen welchen die Pfähle stehen. Sind diese lang, so wird außer der dicht über dem Boden angebrachten Zwinge noch eine an den Pfählen selbst befestigt, wie dies in Fig. 193 gezeichnet ist.

Bei unreinem Grunde werden die Spundpfähle zuweilen mit eisernen Schuhen beschlagen, doch leisten diese Schuhe sehr oft die erwarteten Dienste nicht. In Beziehung auf die Stellung einer Spundwand soll hier nur noch bemerkt werden, daß sie, wenn sie nicht etwa nur vorübergehend Dienste leisten soll, mit ihrer oberen Begrenzung immer unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleiben muß, damit sie dem wechselnden Naß- und Trockenwerden entzogen wird.

Als obere Begrenzung wird die Spundwand, statt der Pfette, mit einem sogenannten Holme versehen, der an der Unterfläche eine fortlaufende Nut hat, in welche die Spundpfähle mit Zapfen greifen. Die Befestigung geschieht durch dreispitzige Klammern, die mit einer Spitze in den Holm und mit den beiden anderen in zwei Spundpfähle greifen. Besteht die Wand aus Spundbohlen von weniger als 12 cm Stärke, so wird der in den Holm greifende, fortlaufende Zapfen zu schwach, und es wird dann wohl statt des Holms eine Zange, welche die Bohlen umschließt und zusammengebolzt ist, angebracht. Daß übrigens die Zapfen, überhaupt die regelmäßigen oberen Begrenzungen der Pfähle erst hergestellt werden können, wenn dieselben vollständig eingerammt sind, versteht sich von selbst. Im übrigen verweisen wir auf Abschnitt III des IV. Bds.: „Der Grundbau."

Fünftes Kapitel.

Die Balkenlagen.

§ 1.

Unter dieser Überschrift greifen wir alle die Konstruktionen zusammen, welche die Bildung einer wagerechten Fläche zum Zweck haben und meistens zum Tragen gewisser Lasten bestimmt sind. Es gehören also die Roste (bei Fundationen) und die Zwischendecken in Gebäuden, sowie die offenen Balkenlagen, die keine geschlossenen Decken bilden, hierher.

Unter Balken versteht man im allgemeinen ein an seinen beiden Enden, und auch wohl noch an einzelnen Punkten dazwischen unterstütztes, wagerecht liegendes Holz, welches bestimmt ist, mittels seiner relativen Festigkeit entweder nur seine eigene oder auch noch eine fremde Last zu tragen; und mehrere in eine Ebene gelegte Balken nennt man eine Balkenlage oder ein Gebälk. Bei Hochgebäuden unterscheidet man Zwischengebälke, die zur Bildung der Decke eines unteren und des Fußbodens eines oberen Stockwerkes dienen; Dachgebälke, welche die Decke des obersten Stockwerkes bilden und zur Aufstellung des Dachgerüstes dienen; und Kehlgebälke, oder solche, die über dem Dachgebälke in der Höhe des Daches selbst angebracht, oft wesentliche Teile des Dachgerüstes sind.

Je nach der Stelle, welche die einzelnen Balken in einer Balkenlage einnehmen, und nach dem speziellen Zwecke, dem sie dienen, hat man ihnen besondere Namen beigelegt, zu deren Erklärung Fig. 1, Taf. 14, eine Balkenlage darstellen mag.

1) Ganze Balken a, a sind solche, die in einem Stücke durch die ganze Balkenlage reichen, daher nicht gestoßen sind, und mit ihren beiden Enden auf den Umfangsmauern oder Wänden ein Auflager finden.

2) Stichbalken b, b entstehen, wenn die Balken nur mit einem ihrer Enden auf einer Mauer oder Wand ruhen und mit dem andern in ein anderes Holz der Balkenlage eingezapft sind.

3) Wechsel (Trumpf- oder Schlüsselbalken) d, d sind solche Hölzer, die mit beiden Enden in andere Balken eingezapft sind, und einen Wechsel zwischen Wechseln, wie e Fig. 1, nennt man insbesondere ein Balkenstück.

4) Gratbalken f, f sind solche, die auf die Umfangswände nicht senkrecht, sondern in schräger, diagonaler Richtung treffen. Entweder nehmen sie, wie f', andere Balken als Stichbalken auf, oder sind selbst Stichbalken, wie f, und heißen dann Gratstichbalken.

5) Buntbalken g dienen einer darunter liegenden Wand zugleich als Pfette und oft auch einer darüber stehenden als Schwelle.

6) Streichbalken h, h nennt man die, welche dicht neben einer, durch die Balkenlage hindurch reichenden Scheidemauer liegen, zum Teil oft auf den Absätzen derselben.

7) Wandbalken i liegen auf einer unter der Balkenlage endigenden Scheidemauer.

8) Giebelbalken k nennt man die äußersten oder letzten einer Balkenlage. Gehört der Giebelbalken zum Dachgebälke, so heißt er Dachgiebelbalken.

9) Dachbinderbalken oder auch bloß Binderbalken heißen diejenigen Balken im Dachgebälke, auf denen die Querverbindungen zum Tragen des Dachgerüstes angeordnet sind.

Dieselben Benennungen kommen unter denselben Bedingungen auch im Kehlgebälk vor, und man hat Gratkehlbalken, Gratkehlstichbalken, Kehlstichbalken, Kehldachbinderbalken ꝛc.

Zu den Balkenlagen gehören ferner, wenn sie auch mit den übrigen Balken nicht in derselben Ebene liegen:

10) Die Mauerlatten m, m, Fig. 1, Taf. 14, schwache Hölzer, die unmittelbar auf den Umfangsmauern liegen, und auf welchen die Balken ihr Endauflager finden.

11) Die Unterzüge l, l. Dies sind starke Hölzer, die unter den Balken liegen und diese an gewissen Punkten zwischen ihren Enden unterstützen. Die Unterzüge sind, wie der Balken selbst, entweder nur an ihren Enden, oder nach Erfordernis auch noch an einzelnen Punkten dazwischen unterstützt, und wirken ebenfalls mit ihrer relativen Festigkeit.

12) Liegt das zur Unterstützung der Balken dienende Holz nicht unter denselben, sondern unmittelbar darüber, so daß die Balken mit Schraubenbolzen an dasselbe angehängt sind, so nimmt es den Namen Träger an.

Um ein Gebälk anzuordnen, ist es zunächst erforderlich, den vollständigen Grundriß desjenigen Stockwerkes, dem das Gebälk als Decke dienen soll, mit allen durchgehenden und hier aufhörenden Scheidemauern, nebst Rauchröhren und Treppen aufzuzeichnen. Was nun die Lage der Balken betrifft, so ergiebt sich dieselbe gewöhnlich nach der Tiefe des Gebäudes am vorteilhaftesten, weil sie so durch die Mittelscheidemauern die geeignetste Unterstützung bekommen und als Anker für die Frontmauern benutzt werden können. In diesem Falle müssen die Balken senkrecht auf die zu ankernden Mauern gerichtet sein. Rauchröhren und Treppen sind so anzulegen, daß sie möglichst wenig Auswechselung der Balken erfordern.

Einige Balken bekommen nun zuerst eine bestimmte Lage, und zwar:

1) Die Giebelbalken. Bei hölzernen Giebelwänden werden sie zugleich Bundbalken, d. h. für die untere Giebelwand Pfette und für die obere Schwelle, oder letzteres allein, wenn die untere Giebelwand von Stein ist. In beiden Fällen werden sie gerne von Eichenholz genommen. Ist die Giebelwand ganz von Stein, so wird der Giebelbalken zum Ortbalken, wenn er auf dem Absatze der Giebelmauer mit einem Teile seiner Breite aufliegt, oder zum Streichbalken, wenn der Giebelmauer dieser Absatz fehlt.

2) Die Streichbalken werden zu beiden Seiten aller durch die Balkenlage reichenden und mit der Länge der Balken parallelen Mauern angeordnet. Liegen Rauchröhren in den Mauern, so werden die Balken, so weit die äußeren Wandungen der Rauchröhren gehen, 3—6 cm tief ausgeschnitten und dieser Zwischenraum mit einer doppelten in Lehm gelegten Lage Dachziegel, „Biberschwänze", ausgefüllt. Dadurch erhält das Holz eine Schutzlage, im Falle ein Bersten der Kamine an solchen Stellen stattfinden sollte, was hier und da durch das Ausbrennen der engen oder russischen Kamine vorkommt.

3) Die Bundbalken, welche auf jeder durch das Gebälk und in seiner Richtung hindurchreichenden oder auch unter ihr aufhörenden Wand angeordnet werden, bilden für diese die Pfette und Saumschwelle. Obschon dieses Holz mehrfach verlocht wird, so erhält es doch meistens nur die Stärke des Riegelholzes, in welchem Falle jedoch zu beiden Seiten des Bundbalkens 6—9 cm starke Hölzer, „Rahmschenkel", angenagelt werden müssen, um den Enden der Bretter des Fußbodens ein Auflager zu gewähren. Ein solideres Verfahren jedoch besteht darin, daß man dem Bundbalken die gewöhnliche Balkenstärke giebt, und wenn er eine solche Lage erhält, daß er mit der einen Wandseite „bündig" liegt, so kann auf den über die andere Wandseite vortretenden Teil der Fußboden aufgelegt werden. Hierauf wird ein zweiter Balken dicht neben den Bundbalken gelegt und mit diesem mehrmals verdübelt, weshalb er schwächer sein kann, als die anderen Balken, da er weniger zu tragen erhält und vom Bundbalken teilweise getragen wird. Auf diesen Balken nun können die Enden des andern Fußbodens aufgelegt werden.

4) Die Wandbalken liegen auf jeder in der Höhe der Balkenlage aufhörenden und mit den Balken parallelen Mauer und können daher, weil sie ihrer ganzen Länge nach aufliegen, unbeschadet schmäler genommen werden, als die übrigen Balken. Sie dienen zur Befestigung des Fußbodens und nehmen seitwärts die Konstruktionsteile zur Schließung der Balkenfache auf. Sind in der betreffenden Mauer Rauchröhren vorhanden, so muß der Wandbalken in hinreichender Entfernung von diesen aufhören und durch einen Wechsel mit den übrigen Balken wieder verbunden werden.

In den Zwischengebälken der Stockwerke werden nun die übrigen Balken, „Zwischenbalken", so gelegt, daß sie 0,75—1,20 m, von Mitte zu Mitte gerechnet, voneinander entfernt liegen. Die Größe dieser Entfernung hängt, wie

wir später sehen werden, ab von der Balkenstärke, von der Konstruktion der Balkenabschlüsse und des Fußbodens.

In der Dachbalkenlage werden die Zwischenbalken zwischen den Giebel-, Streich-, Bund- und Wandbalken ebenso eingeteilt, nur müssen in dem Falle, daß die Dachsparren in unmittelbarer Verbindung mit dem Balken stehen, die Binderbalken bestimmt werden, d. h. diejenigen Balken, auf denen die Konstruktionsteile für den Querverband des Dachgerüstes aufgestellt werden sollen. Diese liegen im allgemeinen 3—4,5 m voneinander entfernt, und man ordnet sie gerne so an, daß die Horizontalprojektion des Anfallspunktes (siehe weiter unten) in die dem Walm zugekehrte Seitenkante des Balkens fällt, wovon der Grund später deutlich werden wird. Ferner nimmt man gerne Bund- oder Wandbalken zu Binderbalken, und vorzüglich solche, die zugleich ganze Balken, d. h. nicht ausgewechselt sind, besonders dann, wenn der Dachverband einen Seitenschub auf den Balken ausübt.

Stehen die Dachsparren mit ihren Füßen auf den Balken, so sollten letztere womöglich lauter ganze Balken sein, und vor allen Dingen dürfen die Binderbalken nicht gestoßen werden. In den Stockwerksgebälken ist das Stoßen der Balken weniger gefährlich und wohl erlaubt, wenn es nur immer über einer Unterstützung geschieht, und die etwa auf die Fensterpfeiler der Frontmauern treffenden Balken in einem Stücke durchgehen, um als Ankerbalken zu dienen.

So sehr man Stichbalken und Auswechselungen zu umgehen sucht, so werden sie doch in folgenden Fällen nötig:

a. In den Zwischengebälken.

1) Wenn kein Giebelbalken angeordnet, sondern die über dem Gebälk stehende Giebelwand nach Fig. 173 mit einer eigenen Brust- oder Saumschwelle versehen werden soll; Fig. 1, Taf. 14, zeigt diesen Fall bei f, f. Der der Giebelwand zunächst liegende ganze Balken a, Fig. 1, tritt nun als Wechsel auf, und in ihm sind die Stichbalken b, b und die Gratstichbalken f, f mit Brustzapfen verzapft, auf denen die Saumschwelle ihrerseits aufgekämmt wird.

Diese Konstruktion steht der mit Giebelbalken, nach Fig. 174, in mehrfacher Beziehung nach; denn einmal kostet sie mehr Holz, weil für die darunter stehende Wand — wenn nicht eine massive Mauer deren Stelle einnimmt — nun auch eine besondere Pfette nötig wird, abgesehen davon, daß die vielen Stichbalken schon einen größeren Holzaufwand verursachen; zweitens ist aber auch die Haltbarkeit geringer, denn der durch die vielen Zapfenlöcher für die Stichbalken geschwächte Balken a, Fig. 1, verliert einen bedeutenden Teil seiner Tragkraft, und wenn man sicher gehen will, so ist man genötigt, denselben bedeutend breiter zu machen oder noch einen besonderen ganzen Balken daneben zu legen. Die Konstruktion nach Fig. 173 sollte daher nur bei solchen Holzgebäuden angewendet werden, bei denen man dieselbe im Äußern sichtbar läßt und die Balkenköpfe an der Giebelfront nicht entbehren will. Bezüglich der Schönheit ist letzterer Konstruktion unbedingt der Vorzug zu geben.

Statt der Gratstichbalken ordnet man zuweilen, wenn die Konstruktion verdeckt wird, nach Fig. 175 an den Ecken zwischen Pfette und Saumschwelle zwei Futterhölzer an, die zugleich die Fache zwischen dem Eck und den nächsten Balkenköpfen schließen, und daher mit den Balken von gleicher Höhe sein müssen. Sie ersparen die Unbequemlichkeit des Einzapfens des Gratstichbalkens, der gern mit dem ersten geraden Stichbalken in Kollision kommt.

2) Bei der Durchführung der Rauchröhren durch die Gebälke kann man es oft nicht so einrichten, daß sie zwischen den Balken durchgehen, und dann müssen die auf sie treffenden Balken ausgewechselt werden, wie dies Fig. 1, Taf. 14, bei d e d zeigt.

Liegen mehrere Rauchröhren in einer Reihe senkrecht auf die Balkenlänge gerichtet, so daß mehrere darauf treffende Balken ausgewechselt werden mußten, so ist es anzuraten, die Rauchröhren an einer oder mehreren Stellen so weit auseinander zu rücken, daß zwischen ihnen hindurch ein ganzer Balken, unbeschadet der Feuersicherheit, durchgehen kann und nicht zu viel ausgewechselte Balken unmittelbar nebeneinander liegen.

Wenn, wie früher schon erwähnt wurde, die Balken auf die Rauchröhrenbreite um einige Centimeter ausgeschnitten werden, was in Fig. 1 bei g' gezeigt ist, so kann häufig die Auswechselung umgangen werden.

3) Zur Bildung der Treppenöffnungen wird man immer einige Balken auswechseln und daher auch Stichbalken anordnen müssen, es sei denn, die Treppe gehe gerade auf, treffe zwischen zwei Balken und sei so schmal, daß man durch das Ausschneiden, „Ausscheren", der betreffenden Balken bis auf $^2/_3$ ihrer Breite den nötigen Raum beschaffen könnte.

4) Zuweilen kommt es vor, daß in den Frontmauern große Öffnungen, Ladenfenster, Thorwege ꝛc. angeordnet sind und ihre Überdeckungen, Stürze oder Bogen nur so wenig Stärke oder Höhe erhalten können, daß sie das Gebälk nicht zu tragen vermögen, dann muß man auf die Breite dieser Öffnungen, dicht an die Mauer, und oft noch durch eiserne Träger in dieser befestigt, Wechsel anordnen, welch letztere daher zu Stichbalken werden.

b. In den Dachgebälken.

1) In allen den Fällen, in welchen in den Zwischengebälken Auswechselungen nötig werden, ist dies auch im Dachgebälk nötig.

2) Wenn das Dach ein Walmdach ist, d. h. an der Giebelseite ebenfalls eine geneigte Dachfläche hat und zu-

gleich die Dachsparren in die Balkenköpfe eingestellt werden sollen. Die Richtung der Gratstichbalken bestimmt sich nach der Lage der Horizontalprojektion des Anfallspunktes o Fig. 1, Taf. 14, nach welchem ihre verlängerten Mittellinien laufen.

3) Wenn außer den Dachbinderbalken alle übrigen fortfallen, wie z. B. bei Scheunendächern älterer Konstruktion, für jeden Sparrenfuß aber doch ein Balkenkopf vorhanden sein soll, ähnlich wie dies bei d d, Fig. 1, Taf. 14, bei der Auswechselung des Treppenhauses angedeutet wurde.

4) Bildet das Gebäude einen einspringenden Winkel oder eine Wiederkehr, so läuft von dem Winkelpunkte der Traufe eine Kehle nach dem First, und für den hier nötigen Kehlsparren wird dann auch in den meisten Fällen ein Gratbalken nötig, der sehr häufig ein Stichbalken ist, wie Fig. 2, Taf. 14, bei a.

Der Kehle gegenüber entsteht ein Grat, und wenn beide in ein und derselben Vertikalebene liegen, d. h. wenn ihre Horizontalprojektionen in eine gerade Linie zusammenfallen, so legt man, wenn es die Länge der Balken erlaubt, einen Gratbalken so, daß seine Mittellinie mit dieser Projektion zusammenfällt und er sowohl den Kehl- als den Gratsparren aufnehmen kann. In diesem, Fig. 1, Taf. 14, dargestellten Falle hat dieser Gratbalken f, f' von beiden Seiten viele Stichbalken aufzunehmen, weshalb man gewöhnlich zwei Balken dicht nebeneinander legt, um das an Tragkraft wieder zu gewinnen, was durch das Einzapfen der Stichbalken verloren gegangen ist.

Ist ein Kehlgebälk vorhanden, so treten für dasselbe bezüglich der Stichbalken und Auswechselungen dieselben Bestimmungen in Kraft, wie wir sie eben für das Dachgebälk kennen gelernt haben.

Wir haben bisher immer regelmäßige, d. h. rechtwinklig geschlossene Grundfiguren der Gebäude vorausgesetzt, müssen aber auch noch Einiges über schiefwinklige Gebäude hinzufügen, obgleich wir hier nicht alle vorkommenden Fälle besprechen, sondern nur einige allgemeine Regeln aufstellen können. Die Fig. 2—5, Taf. 14, zeigen einige der hierhergehörigen Fälle, und zwar in Dachbalkenlagen unter der Voraussetzung, daß die Sparrenfüße unmittelbar in den Balkenköpfen stehen, eine Annahme, bei welcher die Anordnung der Balkenlage die größte Aufmerksamkeit erfordert.

In Beziehung auf die Zwischengebälke werden die Ort-, Giebel-, Bund- und Streichbalken wie bei rechtwinkligen Grundfiguren bestimmt, und nur die Wandbalken bleiben in den Fällen, in welchen die betreffenden Mauern nicht senkrecht auf den Frontmauern stehen, fort, wie z. B. bei A Fig. 2, Taf. 14. Hierauf werden die Zwischenbalken so eingeteilt, daß sie die einzelnen Räume nach ihren kürzesten Dimensionen überdecken. Dasselbe geschieht bei der Dachbalkenlage, nur ist hier auf die Stellung der Dachsparren gehörige Rücksicht zu nehmen, welche eine auf die Frontmauern senkrechte Richtung der Balken bedingen.

Die vielen notwendig werdenden Stichbalken müssen so angeordnet werden, daß

1) die längeren, außer an ihren Enden, noch einmal dazwischen durch eine Mauer oder einen Unterzug unterstützt werden:

2) nicht zu viel Stichbalken in ein und denselben Balken gezapft werden, was in Fig. 2 und 5 besonders beobachtet ist. Kann man dies aber nicht vermeiden, so muß man den als Wechsel auftretenden Balken entweder breiter nehmen oder verdoppeln;

3) daß sie senkrecht auf die Frontmauern gerichtet sind, wenn Sparren auf ihnen aufstehen sollen. Kann eine solche Lage bei einzelnen Balken nicht erreicht werden, wie bei b, b, Fig. 2, so müssen die Zapfenlöcher für die Sparren, senkrecht auf die Frontmauer gerichtet, schräg in die Balkenköpfe eingestemmt sein.

Wenn, wie in Fig. 4, Taf. 14, zwei einander gegenüberliegende Frontmauern nicht parallel sind, so werden die durchgehenden Balken senkrecht zur Hauptfrontmauer gelegt und auf der hinteren Seite stehen alsdann die Sparren schief zur Frontmauer.

Schließlich zeigt Taf. 15 in Fig. 1—2 Grundriß und Durchschnitt von einer Etagenbalkenlage eines hier in Karlsruhe erbauten Wohnhauses. Dabei waren zunächst zu zeichnen die Ortbalken f und g; letztere sind zugleich Stichbalken; die Streichbalken h h und die Bundbalken i i. Hierauf findet die Einteilung der Zwischenbalken k k und der Stichbalken l l statt. Balkenanker, welche hier nicht regelmäßig eingeteilt werden konnten, sind bei m m angeordnet, welche genügen dürften, da die Stabilität der vorderen und hinteren Fassadenmauer durch Risalite vermehrt ist. Die Seitenfassadenmauer ist mittels dreier Anker m' m' an die beiden zunächst liegenden Balken f und k angehängt, zu welchem Zwecke diese Balken durch Wechsel an der Stelle der Anker fest miteinander verspannt sind. Die Stichbalken l l sind in einen Wechsel eingelassen und mit demselben verklammert. Häufig werden sie auch auf einen Unterzug gelegt und mit ihm durch Dollen verbunden. Mit den Balken k' k' sind sie durch gabelförmige Klammern in Verband gebracht. Von den Balken i i ist nur einer ein vollständiger, der andere dagegen ein teilweiser Bundbalken. n n sind Unterzüge, von welchen der größere in Fig. 2 gezeichnet ist. Die Zwischenräume o o an den Kaminen, welche durch Auswechselung der Balken und Anordnung von Füllhölzern p p entstehen, werden sehr häufig mit Backsteinen ausgerollt oder auch mit Holz ausgefüllt. Sollte die Auflage des Fußbodens auf den Vorsprüngen des Bundbalkens q, Fig. 2, über die Riegelwände nicht genügen, so werden zu beiden Seiten desselben

6—7 cm starke Hölzer angenagelt, um das erforderliche Auflager für den Fußboden zu gewinnen.

§ 2.

Auflager der Balken.

Das Auflager der Balken ist bei der Konstruktion der Balkenlagen von größter Wichtigkeit. Bei hölzernen Umfangswänden liegen die Balken auf den Wandpfetten und werden auf diese entweder aufgekämmt oder aufgedollt. Ersteres ist des Querverbandes wegen sicherer, weil die Dollen schon beim Transport des Holzes und beim Zusammensetzen der Konstruktionen „dem Aufschlagen" leicht abgebrochen werden können. Der Kamm kommt nach Fig. 194 auf die innere Seite der Pfette. Diese Konstruktion steht jedoch der älteren, Fig. 195, in Bezug auf Zweckmäßigkeit, Schönheit und Charakteristik bedeutend nach, bei welcher die Balkenköpfe jeder Etage mehr oder weniger über die untere Wand vortreten, wodurch ein Gewinn an Raum, größere Tragfähigkeit der Balken und Schutz der darunter befindlichen Hölzer erzielt wird.

Fig. 194.

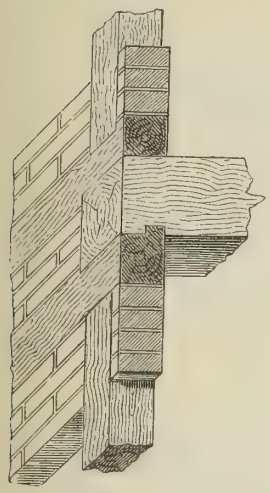
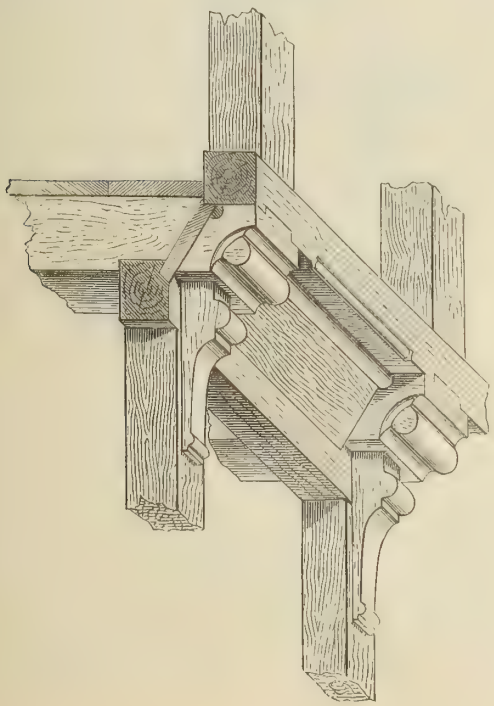
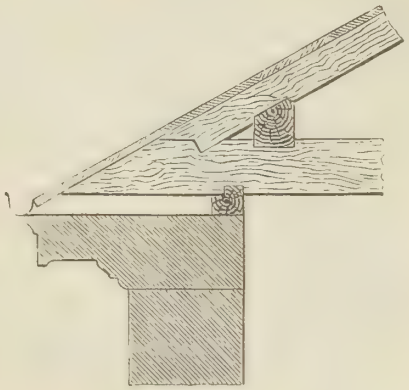


Fig. 195.



Bei den Dachbalken findet gewöhnlich schon wegen der Bildung der Traufe oder eines hölzernen Hauptgesimses, wie wir später bei den Holzgesimsen sehen werden, ein Überkragen der Balken statt. Haben die Gebäude massive Umfangsmauern, so liegen die Balken auf diesen und zunächst auf den Mauerlatten. Das Aufkämmen auf letztere geschieht auf dieselbe Weise, wie bei den Wandpfetten, 3 cm tief, Fig. 196. Grat- und Gratstichbalken erhalten in ihrer ganzen Breite einen 3 cm tiefen Einschnitt und umfassen

Fig. 196.



so die beiden Enden der Mauerlatten, welche in diesem Falle nur stumpf auf Kehrung aneinander gestoßen werden.

Da die Mauerlatten immer ihrer ganzen Länge nach aufliegen, so bedürfen sie nie einer großen Stärke, 12—15 cm dürften genügen. Sie werden der größeren Dauer wegen von Eichenholz gefertigt. Es schadet nichts, wenn die Mauerlatten öfter gestoßen werden, wozu man sich des gewöhnlichen geraden Blattes, Fig. 27, oder besser der schwalbenschwanzförmigen Anblattung, Fig. 34, bedient, nur muß man darauf Rücksicht nehmen, daß dieses Stoßen immer über vollen Mauermassen, und nicht etwa über schwachen Stürzen und Bögen von Maueröffnungen geschieht.

Die Mauerlatten haben den Zweck, den Druck des Gebälkes auf die Mauer zu verteilen, weshalb ihre Anwendung, insbesondere bei schwachen Mauern, zu empfehlen ist. Ferner erleichtern sie die Zulage der Balken auf dem Zimmerplatze, indem durch den Kamm oder Dollen bestimmt der Ort bezeichnet ist, an welchen ein Balken zu liegen kommt, welcher Vorteil sich auch wieder beim Aufschlagen geltend macht, wenn die Mauerlatten mittels der Bleiwage in horizontale Lage gebracht sind. Auch können die Balken nicht so leicht aus ihrer Lage gerückt werden, wenn sie aufgedollt oder aufgekämmt sind, was leicht durch das Eintreiben der Stakhölzer vorkommen kann.

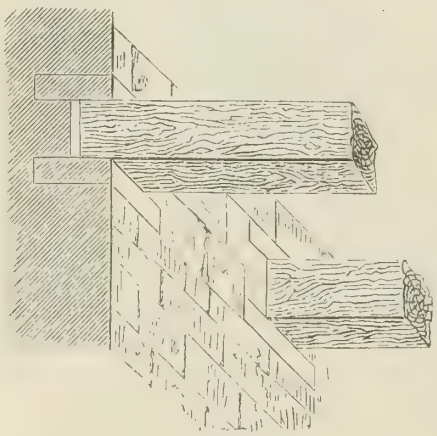
Bei Zwischengebälken sollten die Mauerlatten nur dann angeordnet werden, wenn sie auf Mauerabsätzen gelagert werden können, dagegen sind sie ganz verwerflich bei durchgehender Mauerstärke, wobei die Mauerlatten eingemauert

werden müßten. Diese Konstruktion schwächt die Mauer, stört den Steinverband, und wenn die Mauerlatte verfault, dann entsteht eine Höhlung in der Mauer, und die Balken, vorausgesetzt, daß deren Köpfe nicht ebenfalls abgefault sind, haben doch keine Unterstützung, wenn sie nicht weiter in die Mauer eingreifen als die Mauerlatte Breite hat, da letztere am zweckmäßigsten mit der inneren Mauerfläche bündig gelegt wird. Diese Übelstände sind teilweise Ursache, weshalb man in großen Städten, wo man rasch zu bauen genötigt ist, schon seit Jahren die hölzernen Balken verlassen und an ihre Stelle eiserne gesetzt hat.

Finden keine Mauerabsätze statt, so können die Balken nach folgenden Methoden gelegt werden.

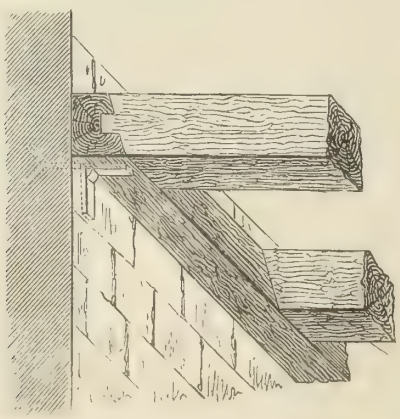
1) Nach Fig. 197, indem die Balken 12—15 cm in die Mauer eingreifen, und auf größere plattenförmige Steine

Fig. 197.



gelegt werden, deren Oberflächen sich in einer horizontalen Ebene befinden. Hierauf werden die Balkenköpfe durch mehrmaliges Anstreichen mit heißem Teer, oder durch Um-

Fig. 198.

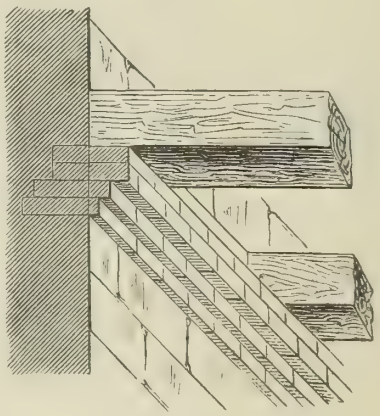


stellen mit Ziegeln oder Backsteinen, oder durch Einbinden mit dünnen Bleiplatten gegen Fäulnis verwahrt und dann erst eingemauert. Da durch das Einmauern der Balkenköpfe mehr oder weniger die Mauer geschwächt wird, so kann man

2) nach Fig. 198 ein Verfahren anwenden, welches in Frankreich üblich ist. Es wird nämlich längs der Mauer ein starker Stützbalken, »Lambourde«, durch eiserne Anker in einer Entfernung von 1,80—2,40 m und mit seinen Enden gut in den, mit den Balken parallelen, Wänden oder Mauern befestigt, und in diesen Stützbalken werden dann die Deckenbalken mittels Brustzapfen eingezapft. Oder endlich

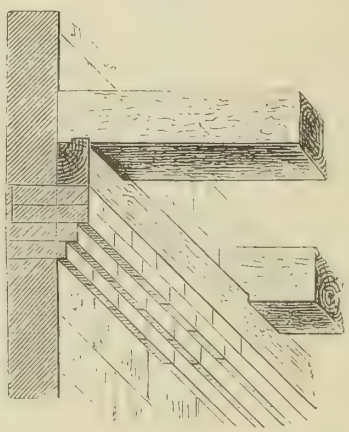
3) man legt die Balken auf ein vorgekragtes Backsteingesims, Fig. 199, von etwa vier Schichten, oder besser

Fig. 199.



auf eine Mauerlatte, Fig. 200, welche durch ein solches Gesims getragen wird. Im Falle Gipsgesimse anzuordnen

Fig. 200.



sind, so wird die Vermauerung zu deren Unterstützung und zur Ersparnis an Gips beitragen.

Auch kann man nach Fig. 201 in einer Entfernung von 1,50 m Kragsteine in der Mauer einmauern, auf diese eine starke Mauerlatte strecken und hierauf die Deckenbalken aufkämmen; eine Konstruktion, wie sie in alten Schlössern häufig gefunden wird.

Eine ähnliche interessante Konstruktion findet sich bei dem Dachgebälk des Rittersaales auf der Burg in Nürnberg. In einer Entfernung von 0,75—0,90 m unter den Balken sind in Distanzen von 1,50—1,80 m Kragsteine angebracht, auf denen kurze hölzerne Pfosten stehen, die eine starke Mauerlatte tragen, auf welcher die Balken aufgekämmt sind, wie dies in Fig. 202 dargestellt ist.

Fig. 201.

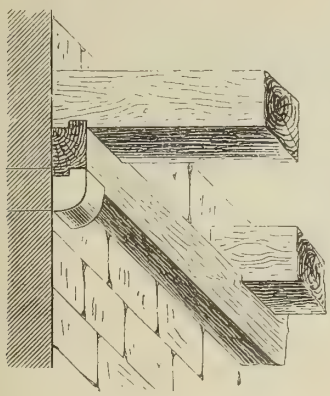


Fig. 203.

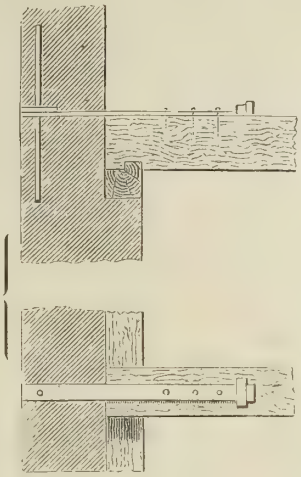


Fig. 204.

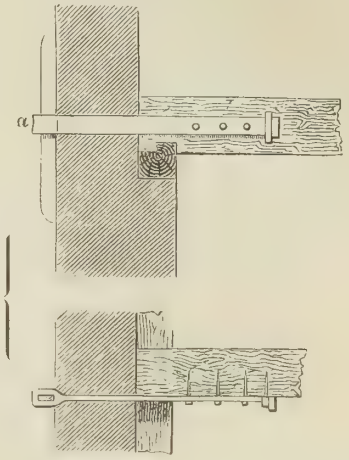


Fig. 202.

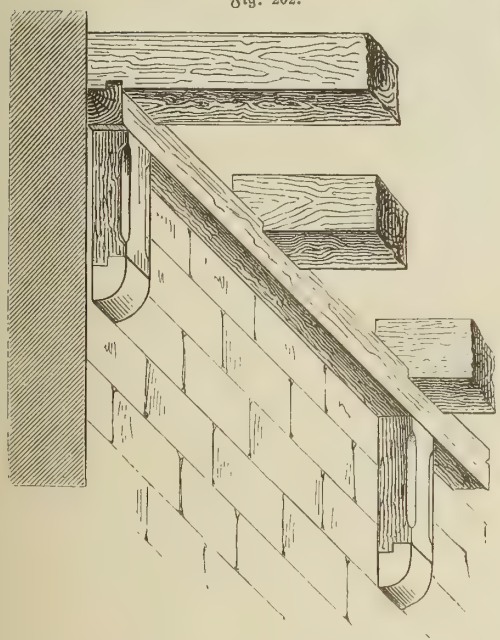
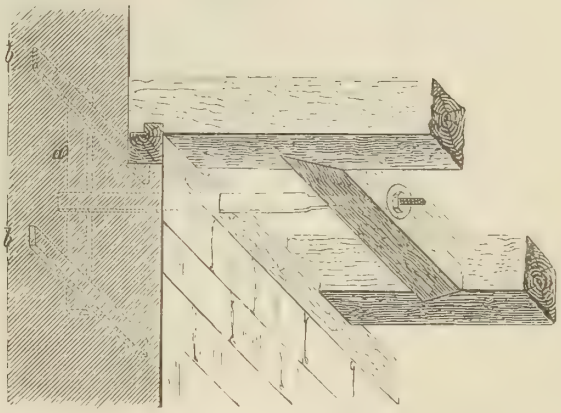


Fig. 205.



Soll ein Balken zur Verankerung zweier Mauern dienen, so wird ein sogenannter Balkenanker von Schmiedeisen, nach Fig. 203 oder 204, an dem Kopfe des Balkens befestigt. Man nimmt dazu 1,5 cm starkes, 4,5 bis 6,0 cm breites Flacheisen, so lang, daß es bis zur äußeren Flucht der Mauer reicht und noch auf 0,75—0,90 m den Balken berührt. Dasselbe wird entweder auf der Mitte der Oberfläche des Balkens, nach Fig. 203, durch einige starke Nägel und eine vor das umgebogene Ende geschlagene Spitzklammer befestigt, oder die Befestigung geschieht auf dieselbe Weise an einer der Seitenflächen des Balkens nach Fig. 204. Im ersten Falle wird das vordere Ende des Ankers durch Umschmieden verdoppelt und durch die Verdoppelung ein rundes Loch gehauen, in welches der 2,5 bis 3 cm starke, ebenfalls runde Ankersplint (Nadel) greift. Im zweiten Falle wird das vordere Ankerende zu einer hochkantig gestellten, länglichen Öse geschmiedet, und ein Ankersplint, von demselben Querschnitt wie der Anker, der bei a einen Ansatz hat, hindurchgesteckt; letzterer schützt den Splint vor dem Durchfallen. Die Ankersplinte müssen möglichst große Steine fassen und dürfen auf keine Stoßfuge treffen. Sie liegen entweder ganz vor der Mauer, und sind dann oft als Verzierung ausgebildet, oder mit dieser bündig, mithin auf ihre Stärke in dieselbe eingelassen. Statt der Ankersplinte kann man auch Schraubenmuttern anwenden, denen eine größere, oft als Rosette ꝛc. ausgebildete Platte oder eine Schiene als Unterlage dient, wo-

bei dann das vordere Ende des Ankers, statt in einer Öse, in einer starken Schraubenspindel endigt.

Eine sehr wirksame Verankerung läßt sich auch, nach Fig. 205, auf die Weise anbringen, daß man zwischen zwei Balken ein starkes Holzstück mit Versatzung einzapft, durch dessen Mitte der Anker mit einer Schraubenspindel reicht und eine Unterlagsscheibe samt Schraubenmutter aufnimmt. Der, wie vorhin beschrieben, angebrachte Splint a greift hinter ein Paar etwa 0,9 m lange, horizontal liegende Schienen b b und faßt so ein möglichst großes Stück Mauer. Die Anordnung gewährt den großen Vorteil, daß man später durch das Aufnehmen eines kleinen Teiles des Fußbodens (den man allenfalls gleich dazu vorbereiten kann) zu der Schraube gelangen und den Anker aufs neue anziehen kann.

Liegen die Balken, außer an ihren Enden, auch noch in der Mitte auf einer Wandpfette oder auf einem Unterzuge auf, so wird die Verbindung hier entweder durch Verkämmung oder durch Verdollung bewirkt. Ist die Unterstützung eine durchgehende Mauer, so werden für die Balken regelmäßige Öffnungen in derselben hergestellt.

Bei einem Dübelgebälke, bei welchem Balken an Balken liegt, kann die Mauerlatte bei dem Dachgebälke unbedingt fortbleiben, und bei den Zwischengebälken wird es ebenfalls am zweckmäßigsten sein, dieselben ohne Mauerlatte auf einen Mauerabsatz zu lagern.

Die Verbindung der Stichbalken mit den Wechseln ꝛc. geschieht, wenn auf dieselben kein horizontaler Schub wirkt, durch den Brustzapfen Fig. 74, und wenn dies letztere der Fall ist, mittels des schwalbenschwanzförmigen Blattes mit Brüstung nach Fig. 67, wenn man es nicht vorzieht, die eben erwähnte Verzapfung durch eine eiserne Klammer zu verstärken. Die Wechsel selbst werden ebenfalls mit Brustzapfen in den Balken befestigt.

Müssen die Balken durch Unterzüge zwischen ihren Enden unterstützt werden, so ist zunächst für ein gutes Auflager dieser in den mit den Balken parallelen Wänden zu sorgen, wofür im allgemeinen das für die Balken Gesagte ebenfalls Anwendung findet, nur fallen natürlich die Mauerlatten hier immer fort, wenn man auch zuweilen bei sehr kleinen, unregelmäßigen Steinen ein kurzes, starkes Holz unter die Unterzüge legt, was aber jedenfalls besser durch einen großen plattenartigen Stein ersetzt wird. Von großem Nutzen wird es sein, wenn man die Enden des Unterzuges so befestigen kann, daß sie als „fest eingespannt" angesehen werden können. Trifft das Lager in eine Holzwand, so muß unter den Unterzug ein hinreichend starker Pfosten angeordnet werden, auf welchem derselbe ruht.

Soll in eine alte Riegelwand ein Unterzug gelagert werden, und trifft er nicht mit einem Pfosten zusammen, so kann man zwischen die beiden Pfosten, zwischen welche der Unterzug trifft, einen starken Riegel mit Versatzung einzapfen und auf diesen den Unterzug lagern, obgleich die unmittelbare Unterstützung durch einen Pfosten immer vorzuziehen bleibt.

Fig. 206.

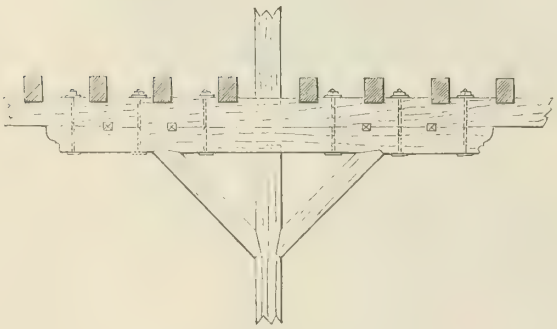
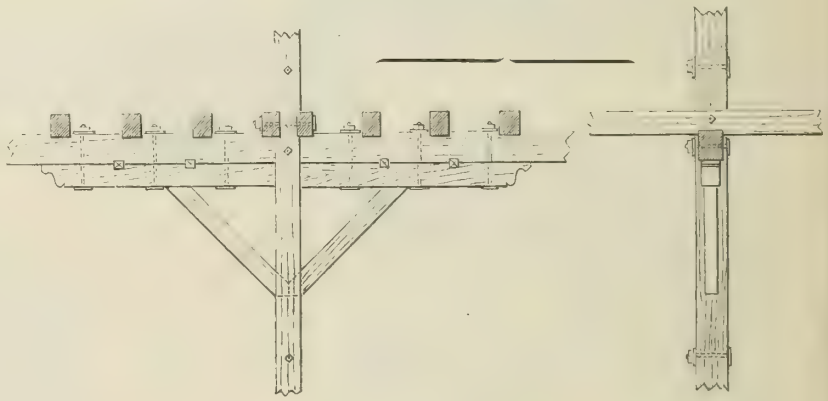


Fig. 207.



Bedarf der Unterzug selbst noch der Unterstützung, außer an seinen Enden, so geschieht dies gewöhnlich durch sogenannte Unterzugspfosten, die mit jenem verzapft werden. Diese Pfosten stellt man gern so weit als möglich auseinander, um den Raum nicht zu sehr zu versperren, und dann kann man der Tragkraft des Unterzuges durch Sattelhölzer und Kopfbüge zu Hilfe kommen.

Diese Anordnung besteht darin, daß man nach Fig. 206 mitten über den Pfosten ein ca. 5 m langes starkes Holz legt und mit dem darauf liegenden Unterzuge verdübelt. Diese beiden fest miteinander verbundenen Hölzer sind auf die angegebene Länge als unbiegsam anzusehen, was um so mehr stattfinden wird, als man die Sattelhölzer des besseren Ansehens, wie auch der Absteifung und Feststellung der Pfosten wegen mit Kopfbändern oder Bügen versieht, weshalb man die Unterzugspfosten um die halbe Länge des Sattelholzes, also um ca. 3 m weiter, auseinander rücken kann. Sollten die Büge zu weit heruntergreifen und nur Sattelhölzer angebracht werden können, so können sie be-

greiflicherweise bei gleicher Stärke nicht mehr so lang gemacht werden, vielmehr wird ihre Länge den Teilen gleich kommen, welche über die Büge vortreten.

Kopfbänder oder Kopfbüge sind Hölzer, die in schräger Richtung von dem Pfosten nach dem Unterzuge laufen und in beiden, gewöhnlich mit Versatzungen, verzapft sind. Die Theorie lehrt, daß sie am wirksamsten sind, wenn sie die Grundlinie eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, und da Unterzug und Pfosten gemeiniglich unter rechten Winkeln verbunden sind, so folgt hieraus eine Neigung der Kopfbänder von 45 Grad gegen den Horizont als die vorteilhafteste. Sie wirken mit rückwirkender Festigkeit, und man kann ihre Abmessungen in besonderen Fällen leicht berechnen.

Sind Anordnungen, wie die in Fig. 206 dargestellten, in mehreren Stockwerken übereinander zu treffen, so entsteht die Unannehmlichkeit, daß die Unterzugspfosten der höheren Stockwerke auf dem Längenholze des Unterzuges aufstehen und das Schwinden des letzteren durch Druck noch vermehren helfen, so daß die Summe der hierdurch entstehenden Senkungen bei dem obersten Unterzuge bedeutend und dadurch gefährlich werden kann. Es ist daher in solchen Fällen und bei starken Belastungen, wie in Speichern ꝛc., besser, sich der in Fig. 207 dargestellten Konstruktion mit Doppelpfosten zu bedienen, wobei die letzteren den Unterzug umfassen, und das Schwinden der Langhölzer keinen nachteiligen Einfluß auf sie ausüben kann. Sorgt man dafür, daß die etwa nötig werdenden Stöße dieser Doppelpfosten gehörig abwechseln, legt zwei schwächere Balken zunächst an die Pfosten und durchzieht alles mit den in der Figur angedeuteten Schraubenbolzen, so dürfte die Konstruktion kaum noch etwas zu wünschen übrig lassen.

§ 3.

Konstruktion der Zwischendecke.

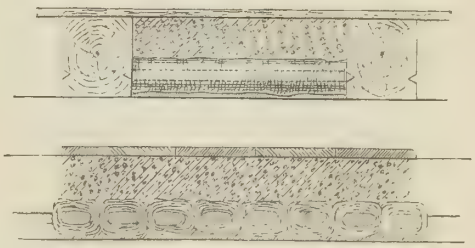
Da die Balkenlage einen wesentlichen Teil der Decke, und zwar das tragende Gerippe derselben bildet, so werden wir nur noch die verschiedenen Arten der Ausfüllung der Balkenfelder, beziehungsweise die Zwischendecke zu besprechen haben, von deren Bildungsweise die Erscheinung der Decke, soweit sie hier verstanden werden kann, abhängt. Die Deckebildung wird sich nach den Anforderungen zu richten haben, welche man an sie macht in Beziehung auf Feuersicherheit, Leichtigkeit, geringe Leitungsfähigkeit von Schall, Wärme u. s. f.

Beginnen wir nun mit den Konstruktionen der längst gebräuchlichen sogenannten Windelböden, bei welchen man gestreckte, ganze und halbe Windelböden unterscheidet.

Die ersteren sind wenig im Gebrauch und auch nur bei ganz untergeordneten Räumen anwendbar. Die Konstruktion besteht darin, daß man sogenannte Schlehtstangen, d. i. etwa 9 cm im Durchmesser starke, runde oder auch gespaltene Stangen von Kiefern-, Erlen-, Birken- ꝛc. Holz, die vorher mit Strohlehm umwunden werden, dicht nebeneinander und mit abwechselnden Stößen, die auf die Balken treffen, auf letztere streckt und mit einigen hölzernen Nägeln befestigt. Oben und unten wird darauf alles mit Strohlehm glatt gestrichen, oberhalb der Fußboden, gewöhnlich ebenfalls aus einem Lehm-Estrich bestehend, aufgebracht, und unterhalb werden die Balkenfelder wohl geweißt.

Der ganze Windelboden wird hergestellt, indem man, nach Fig. 208, in einer Entfernung von 7—9 cm

Fig. 208.



von der Unterfläche der Balken Falze oder Nuten in dieselben arbeitet und in diese sogenannte Stakhölzer, Spreizen, Stickhölzer, Schlierhölzer, das sind gespaltene, bis 6 cm starke, an den Enden zugeschärfte, mit Strohlehm umwundene „geschlierte“ Hölzer dicht aneinander einschiebt. Der untere Raum wird dann bündig mit den Balken vollends mit Lehm abgeglättet und bei Wohnhäusern gerohrt und geputzt, während die Balkenfache oberhalb mit Lehm, trockenem Sand oder Schutt gefüllt werden. Diese Decken halten warm, leiten den Schall schlecht, sind überdies wohlfeil, beschweren dagegen auch das Gebälk in ungebührlicher Weise, weshalb man ihnen mit Recht die sogenannten halben Windelböden vorzieht.

Bei diesen werden die Balken beiderseits mit Nuten versehen, welche etwa 9 cm von deren Oberfläche abstehen. In diese Nuten werden nun häufig, wie bei den ganzen Windelböden, mit Strohlehm umwickelte Stakhölzer eingeschoben, doch bleiben die unteren Räume leer und daher die Balken an der Decke hervorstehend. Oberhalb der Stakhölzer findet wieder wie vorhin eine Auffüllung bis auf die Balkenebene statt. Da das Umwickeln der Stakhölzer mit Strohlehm den Nachteil hat, daß das Stroh gerne bricht, so hat man dies Verfahren schon lange verlassen und an dessen Stelle das Umflechten, hier „Wickeln“ genannt, vorgezogen, wobei das Stroh nur kleineren Biegungen ausgesetzt ist.

Statt der mit Strohlehm umgebenen Stakhölzer kann man aber auch nach Fig. 209 Brettstücke oder Schwarten einziehen, „einstreifen“, wodurch man einen sogenannten

Streifboden erhält, deſſen Fugen oberhalb entweder nur einen Lehmverſtrich erhalten, damit der Sand nicht durchrinnt, oder beſſer, wie unſere Zeichnung andeutet, mit einer 4—6 cm hohen Schicht Strohlehm abgedeckt, „übertragen“, dies bei dem vollen Windelboden der Fall iſt. Letzterer wird bei einfachen Gebäuden auch nach Fig. 210 behandelt, wonach das Gewickel unten mit Lehmmörtel abgeglichen wird, worauf ein Anſtrich oder Tapete gebracht werden

Fig. 209.

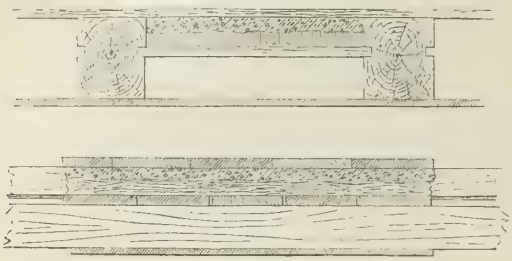


Fig. 210.

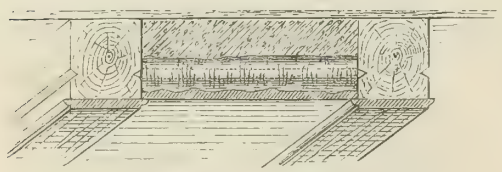


Fig. 211.

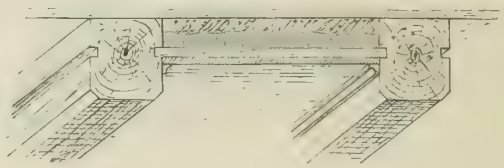
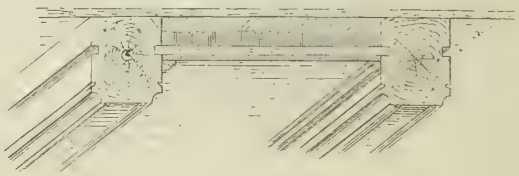


Fig. 212.



werden, worauf der übrige Raum wieder bis zur Balkenebene aufgefüllt wird. Die Bretter werden, des Quellens wegen, nicht dicht aneinander getrieben. Anſtatt der Bretter bedient man ſich hier meiſt der tannenen oder eichenen

kann. Die Balken werden ſodann mit gehobelten Brettern abgedeckt, welche 2,5—3 cm über die Fugen vortreten und den Zweck haben, die in den Balken entſtehenden Riſſe, ſowie die beiderſeits entſtehenden Fugen zu decken, durch

Fig. 212 a

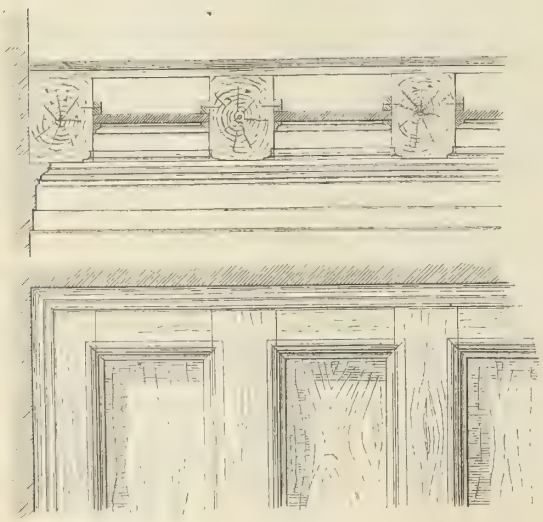
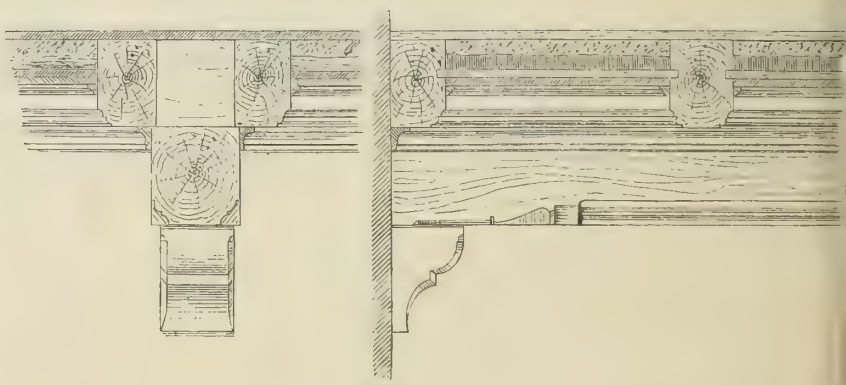


Fig. 212 b.



Stakhölzer, welche mit Strohlehm übertragen werden. Soll eine ſolche Decke unterhalb eben werden, ſo muß die Unterfläche der Balken verſchalt und gerohrt werden, wenn man es nicht vorzieht, abgeſchrägte Latten in Entfernungen von 2 cm anzuordnen, welche zur Aufnahme der Gipsdecke dienen. Der Zwiſchenraum zwiſchen der Gipsdecke und den eingeſchobenen Brettern oder Stakhölzern bleibt frei, wodurch die Balken bei weitem nicht ſo belaſtet werden, als

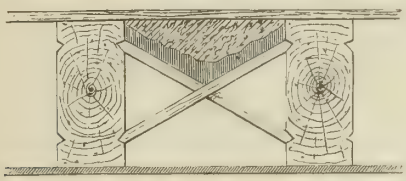
welche gern der Sand oder das feinere Füllmaterial durchrieſelt, ſobald über der Decke gegangen wird.

Will man hingegen die Balken ſichtbar laſſen, ſo kann man nach den Fig. 211 und 212 dieſelben abhobeln, ſie mehr oder weniger reich profiliren, wie uns das Mittelalter ſchöne Muſter dieſer Art aufbewahrt hat, und wie ſolche auch an den Hochbauten der badiſchen Eiſenbahn zur Ausführung kamen. Hierauf wird ein halber Windelboden angeordnet, der Streifboden unten gerohrt und geputzt und die Fugen mit ſogenannten Fugenleiſten abgedeckt. Während die Fig. 211 und 212 verputzte Deckenfelder zwiſchen den Balken zeigen, ſind letztere in Fig. 212 a aus verleimten

Tafeln bestehend angenommen, welche zwischen an den Seiten der Balken befestigten Leisten eingespannt werden. Die Untersicht der Balken wiederkehrt an ihren Enden, wie dies der Grundriß Fig. 212a zeigt, und die Tafeln sind, ohne gestoßen zu werden, von der Länge der Balkenfelder. Müssen die Balken Zwischenunterstützungen durch Unterzüge erhalten, dann wiederkehren ihre Untersichten nicht allein vor den Wänden, sondern auch zu beiden Seiten der Unterzüge Fig. 212b, wodurch die Deckenfelder jeweilig zwischen Wänden und Unterzügen abgeschlossen werden.

Werden Balken über Räume von 6 und mehr Metern gelegt, so sucht man sogenanntes hochkantiges Gebälk anzuordnen, und um dessen Tragfähigkeit noch zu unterstützen, wird über das Kreuz gestakt, Fig. 213, wodurch der auf einen Balken treffende Druck sich nach den beiden benachbarten fortpflanzt. Die beiden oberen schiefen Ebenen,

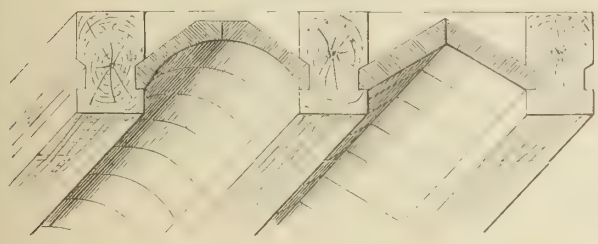
Fig. 213.



welche sich durch die schräge Lage der Stakhölzer bilden, werden 4,5—6,0 cm hoch mit Strohlehm übertragen und der Rest mit Sand ausgefüllt, wie dies unsere Figur zeigt. Durch diese Konstruktion ist gewissermaßen jeder Balken abgesprengt, und um die Sprengung recht wirksam zu machen, legt man die Balken etwas weniger weit auseinander als gewöhnlich, und zwar nur 0,60—0,66 m von Mitte zu Mitte. Selbstredend dürfen die Stakhölzer nicht zu schwach sein und müssen recht fest eingespannt werden. Die Decke kann wieder durch Schalung und Verrohrung oder Gipslättchen ꝛc. vollendet werden.

In Viehställen bewähren sich die gewickelten Decken nicht, weil durch die aufsteigenden scharfen und feuchten

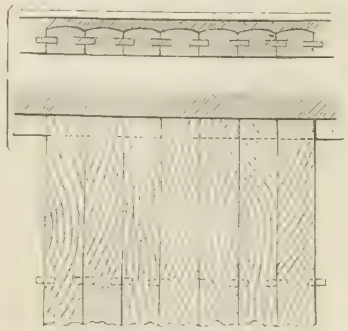
Fig. 214.



Dünste der Lehm aufweicht und herabfällt, weshalb man besser nach Fig. 214 verfährt, wonach die Balkenfelder entweder gewölbartig oder dachförmig mit besonders zu diesem Zwecke hergestellten Backsteinen ausgemauert, „ausgerollt“, werden. Dabei beträgt die Weite zwischen den Balken 0,42—0,45 m. Der Rücken dieser kleinen Gewölbe kann mit Sand ausgeebnet werden. Bei dieser Konstruktion hält sich das Holz recht gut, da es von der Luft nicht abgeschlossen ist und die porösen Backsteine sehr geneigt sind, die feuchten Dünste aufzunehmen. Dauerhafter und feuersicherer ist eine derartige Decke, wenn anstatt der hölzernen Balken eiserne verwendet werden, in welcher Beziehung wir auf den dritten Band dieses Werkes verweisen.

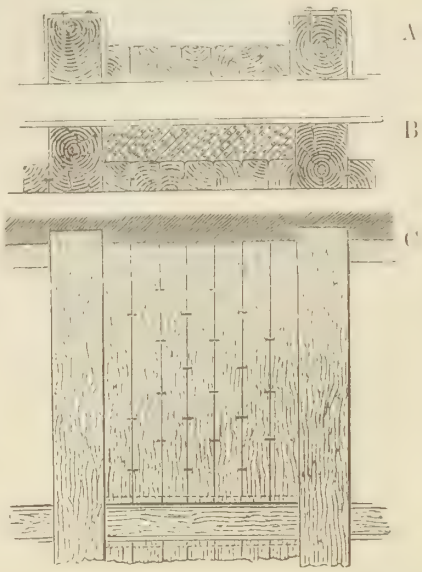
Wenn die Balken dicht aneinander gereiht werden, so daß die Zwischenfelder aufhören, und man alle 1,5—1,8 m hölzerne Dübel zur gegenseitigen Verbindung anordnet, so erhält man das Dübelgebälk Fig. 215. Eine solche

Fig. 215.



durch die Balken selbst geschlossene Decke kann ohne weiteres gerohrt und geputzt werden. Oberhalb bringt man ge-

Fig. 216 A, B und C.



wöhnlich zunächst über den Balken eine etwa 4,5 cm hohe Schicht trockenen Sandes auf, der in die durch das Zusammentrocknen der Balken sich öffnenden Fugen dringt und diese schließt. Über den Sand kommt dann wohl noch ein

ebenso starker Lehmschlag und auf diesen endlich der Fußboden. Die Konstruktion der Dübelgebälke selbst ist sehr einfach. Wie dies Fig. 215 zeigt, werden die auf der oberen Seite unbearbeitet gelassenen Balken dicht aneinander geschoben und etwa alle 1,5—1,8 m durch Dübel verbunden, wie solche in unserer Figur angedeutet sind.

In holzreichen Gegenden wendet man eine Art Dübelgebälk von schwächeren Füllhölzern, Fig. 216 B, zwischen den eigentlichen Deckenbalken an, die entweder mit diesen parallel oder senkrecht darauf gerichtet liegen. Sind im ersten Falle die Hölzer für ihre freiliegende Länge zu schwach, wobei indessen zu berücksichtigen ist, daß sie nur ihr eigenes Gewicht und die geringe Auffüllung bis zur Oberfläche der Balken zu tragen haben, da der Fußboden

Fig. 217.

Fig. 219.

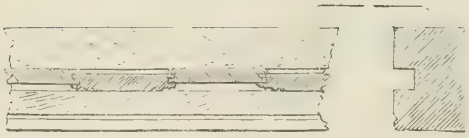


Fig. 220.

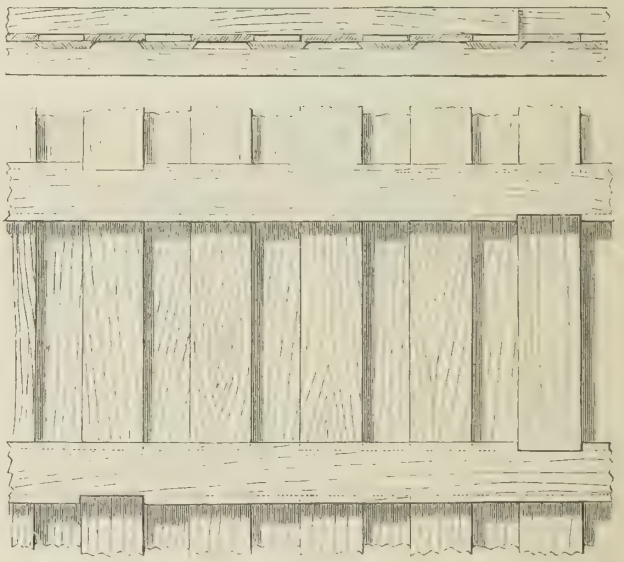
von den Hauptbalken getragen wird, so können in angemessenen Entfernungen nach Fig. 216 A schwache eiserne Bänder über die Hauptbalken gebracht werden, auf denen die Füllhölzer mit ihrer Unterfläche ruhen. Die Unterstützung der Füllhölzer kann jedoch auch durch stellenweise angebrachte Wechsel, Fig. 216 C, bewerkstelligt werden.

Liegen die Hölzer senkrecht auf der Balkenrichtung, so werden die Hauptbalken wie zu einem Windelboden ausgenutet, in welche die Zapfen der Füllhölzer eingreifen, Fig. 217. Die Füllhölzer sind unten mit den Balken bündig und oben wird der Raum bis zur Balkenoberfläche mit Lehm, Sand oder Schutt ausgefüllt. Diese Decken sind warm und solid, erfordern aber viel Holz.

Schiebt man statt der Füllhölzer Bretter in die in die Balken gearbeiteten Nuten, und zwar so, daß die Bretter nach Fig. 218 sich abwechselnd überdecken, so entsteht eine sogenannte Einschieb- oder Stülpdecke, die in rohester Gestalt erscheint, wenn statt der Bretter Schwarten genommen werden, aber sogar mit Zierlichkeit ausgebildet werden kann, wenn man die Bretter von gleicher Breite nimmt, nach Fig. 219 spundet und da, wo sie übereinander greifen, kehlt. Hierbei müssen natürlich die vorstehenden Balken dann ebenfalls behobelt und an den Kanten etwas abgefast oder gestäbt werden. Dergleichen Decken sind auch in besseren Räumen sehr wohl anzuwenden und können da, wo der Gips in hohem Preise steht, oder wo eine Ausbesserung der Gipsdecken beschwerlich wird (z. B. in Kirchen), von Vorteil werden.

Um die Bretter in die Falze bringen zu können, müssen an jedem Balken ein oder zwei Ausschnitte, Fig. 218, von der Tiefe des Falzes und gleich der Brettbreite, ausgeschnitten werden.

Fig. 218.

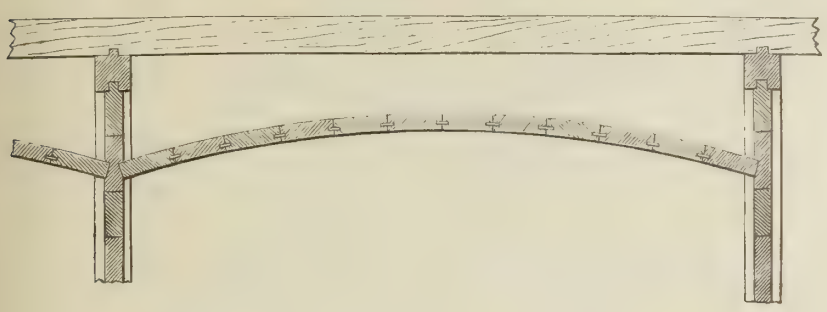


Bei den nicht gespundeten, sondern nur überschobenen Brettern werden die Fugen von oben gewöhnlich mit Lehm verstrichen, was bei den gespundeten unterbleiben kann. Der Raum bis zur Balkenoberfläche wird in beiden Fällen, wie früher beschrieben, ausgefüllt.

Noch müssen wir hier bemerken, daß man sowohl die Stakhölzer der Windelböden, als auch die Bretter der Einschiebdecken, statt in Falze oder in Nuten zu legen, auf an die Balken genagelte Latten lagert, wie dies Fig. 220 zeigt. Es sollen auf diese Weise die Balken keine Schwächung erleiden. Eine solche dürfte aber, wenn die Falze nicht zu weit von der Mitte der Höhe der Balken entfernt werden, wenig bedeuten, weil in dieser Gegend die „neutrale“ Faserschicht der Hölzer liegt. Bei Anwendung der Latten hängt die Festigkeit der ganzen Decke von der der Nägel ab, und da solche von dem Roste zerstört werden können, so ist die Konstruktion mit den Falzen, wenn die Balken stark genug sind, vorzuziehen.

In einigen Gegenden Norddeutschlands, z. B. in Hamburg, läßt man die Balkenfache in der Höhe der Balken ganz hohl und schließt die Decke nur dadurch, daß man gegen die Unterfläche der Balken Schalbretter nagelt, um diese zu rohren und zu putzen, und oberhalb einen gespundeten rauhen Dielenboden legt, auf welchem dann schwache Ripphölzer gestreckt werden, die den eigentlichen Fußboden tragen. Der Raum über dem rauhen Fußboden bis zur Höhe der Ripphölzer wird mit Lehm und Sand gefüllt. Diese Decken bilden einen förmlichen Resonanzboden für die Verbreitung des Schalles von einem Stockwerk zum andern und entbehren der Steifigkeit, welche die zwischen die Balken eingetriebenen Stakhölzer verleihen.

Fig. 221.



Im Schwarzwald ist es mitunter gebräuchlich, unter der eigentlichen Balkenlage die Zimmerdecke in Form eines flachen Gewölbes aus gefederten Dielen, nach Fig. 221, zu konstruiren, und zwar so, daß die mittlere Feder, die keilförmig gestaltet ist, durch die Frontwand hindurchreicht und von außen nachgetrieben werden kann, wenn die Bretter zusammentrocknen. Eine Decke der Art, wie sie bei Schweizerhäusern nicht selten ist, geben wir in Fig. 222. Den Zweck des Nachtreibens hat auch der bei dem Blockhause Taf. 11 vortretende Dielen.

Sollen die Balkenfache mit einer Art Vertäferung versehen werden, wobei man eine Einteilung in bestimmte geometrische Figuren im Auge hat, so erhält man eine sogenannte gestemmte Arbeit, aus Friesen und Füllungen bestehend. Die Deckenfelder ruhen auf starken Gesimsleisten und müssen gegen das Verziehen durch rückwärts angebrachte Rahmenschenkel geschützt werden. Diese Hölzer laufen nicht allein über den Langfriesen, sondern auch über den Quer- und Kreuzfriesen hinweg, wodurch dieselben fest eingespannt werden. Eine derartige Anordnung, wie sie Fig. 223 zeigt, ist zur Aufnahme einer Bemalung sehr geeignet.

Fig. 222.

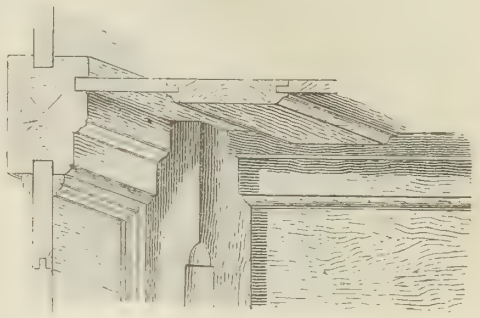
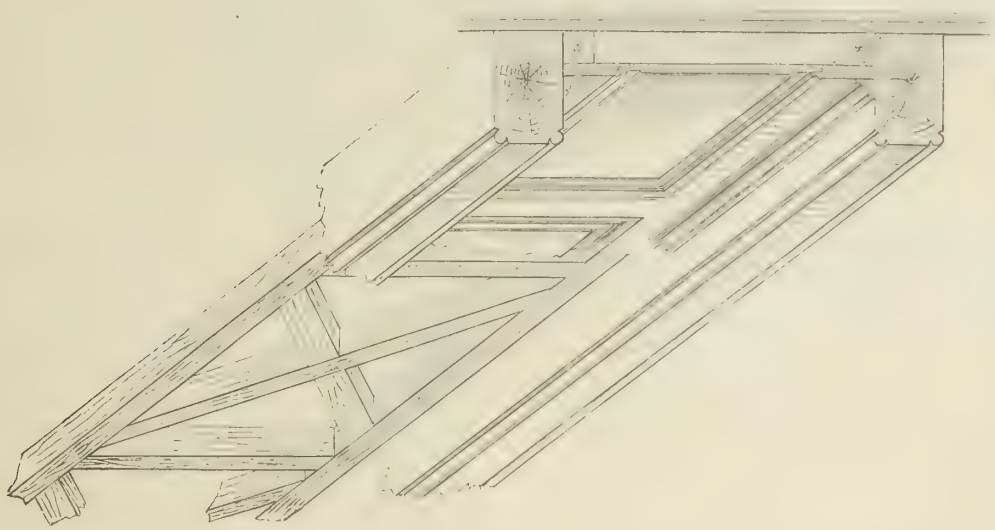


Fig. 223.



Bei Balkenlagen zwischen großen Sälen ist es oft geraten, die Decke des unteren von dem Fußboden des oberen Saales ganz zu trennen, so daß die Erschütterungen dieses jener nicht mitgeteilt werden können. Man legt dann für die Decke eine besondere Balkenlage so zwischen die für den Fußboden bestimmte, daß beide unabhängig voneinander sich bewegen können, wie dies aus den Querschnitten Fig. 224 und 225 hervorgeht. Bei letzterem sind die

mehr belasteten und deshalb stärkeren Fußbodenbalken mit a, die weniger belasteten und daher schwächeren Deckebalken mit b bezeichnet. Die Balkenfache läßt man am besten hohl und schließt unten mit der Deckeschalung und oben mit dem Fußboden, Fig. 224. Diese Anordnung findet statt, wenn die Decke mit reicher und schwerer Skulptur oder kostbarer Malerei versehen ist, an welcher Risse vermieden werden sollen, und der obere Saal die Bestimmung eines Tanzsaales hat. Zur Abschwächung des Schalles

Fig. 224.

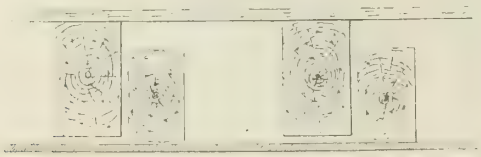
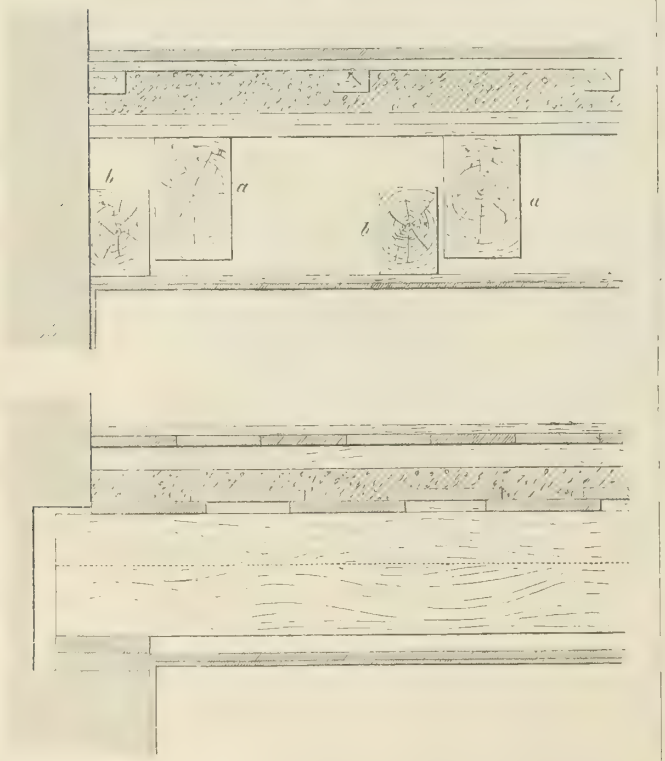


Fig. 225.

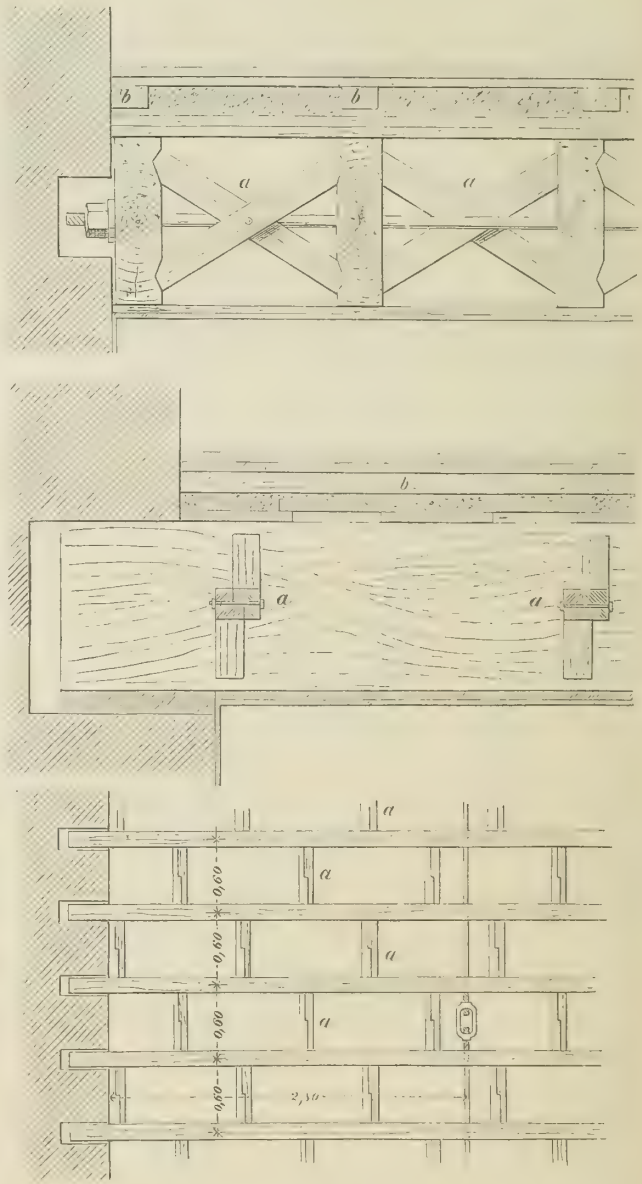


werden in diesem Falle auf den Balken a zwei Lagen sich überdeckender Dielen befestigt, auf welchen eine Sandschüttung zu liegen kommt, welche zur Aufnahme der Lager dient, auf denen der Fußboden befestigt werden kann. Bei einer Saaltiefe bis zu ca. 12 m bediente man sich früher der verzahnten oder verdübelten Unterzüge, welche in Entfernungen von ca. 3—4 m mit Rücksicht auf die Fenstereinteilung angeordnet wurden und zur Aufnahme der 1,2 m entfernt gelegten Balken bestimmt waren. Bei größerer Weite wurden die Balken wie die Unterzüge behandelt und in Distanzen von 1,2 m gelegt.

Diese veralteten Konstruktionen werden in neuerer Zeit mit Hilfe eiserner Schienen umgangen, in welcher Beziehung wir auf den dritten Band dieses Werkes verweisen.

Eine seltene Deckenkonstruktion bietet Fig. 226, welche über dem Turnsaale des Gymnasiums in Linz ausgeführt

Fig. 226.



sein soll. Die sehr nahe gelegten Bohlenbalken sind nämlich unter sich mehrfach abgesteift, und zwar mittels kurzer Streben a, von welchen je zwei miteinander verblattet und verschraubt sind; eine Anordnung, die aus dem Grundriß Fig. 226 ersichtlich ist. Derselbe ist in einem Dritteil der Größe der beiden Durchschnitte gezeichnet. Nachdem das Gebälk gelegt ist, werden in Mitte seiner Höhe und in Distanzen von 2,80 m schmiedeiserne Verbindungsstangen

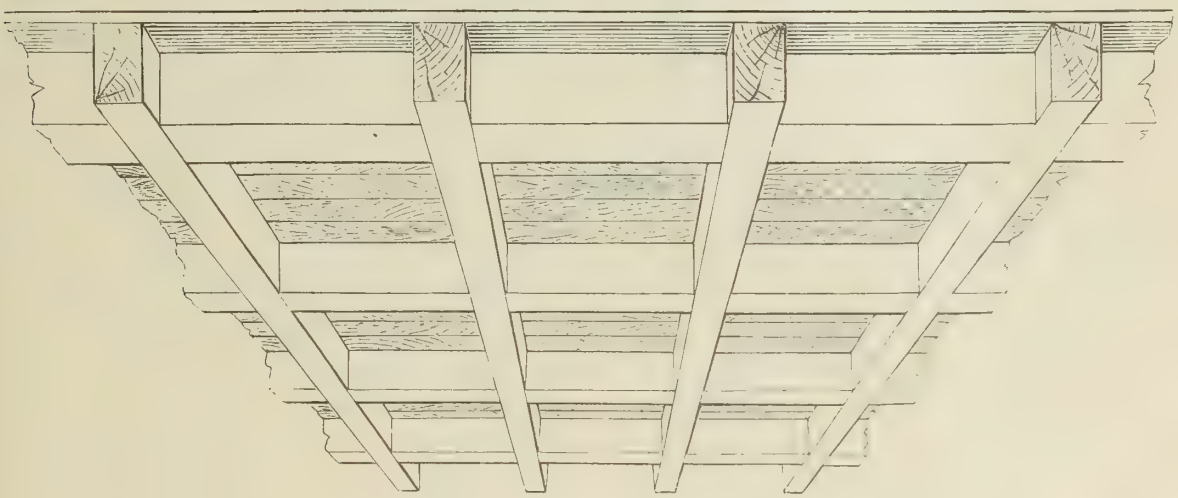
durchgeschoben und die an ihren Enden angebrachten Schraubenmuttern angezogen. Durch die angeordnete Absprengung der Balken sucht jeder einzelne, wenn er belastet wird,

Fig. 227.

die zunächst liegenden zu verschieben, welcher Schub sich bis zu den letzten fortpflanzt, die an einer Seitenbewegung

gesehen, daß schon im Altertum nicht allein die aus Steinbalken gebildeten Decken, sondern auch die gewölbten aus konstruktiven und ästhetischen Gründen mit Vertiefungen, „Kassetten“, versehen waren. Übertragen wir diesen Formgedanken auf die Holzkonstruktion, so kann der konstruktive Vorteil höchstens nur bei den allereinfachsten Kassettendecken gerechtfertigt werden, während bei reicheren Bildungen dieser Art nur die ästhetische Seite in Betracht gezogen werden kann. Die einfachste Kassettendecke erhalten wir aber durch Auswechselung des Gebälkes, wobei nicht zu leugnen ist, daß die Balken unter sich eine feste Verspannung erfahren. Um dieselben möglichst wenig zu belasten, können die Wechsel

Fig. 228.



mittels der Zugstangen verhindert werden. Es dürfte sich empfehlen, die Schrauben dieser Zugstangen vor vollständiger Herstellung der Decke und wenn das Holz recht ausgetrocknet ist, nochmals anzuziehen, was durch inmitten der Stangen angebrachte Schraubenschlösser geschehen kann, im Falle die Schrauben an den Enden nicht mehr zugängig sein sollten. Im übrigen ist der Fußboden auf den Lagern b befestigt und wie der in Fig. 225 gebildet, welche Konstruktion ebenfalls im Gymnasium in Linz hergestellt sein soll. Beim Einmauern der Balkenköpfe ist auf seitliche Verschiebung der Balken durch das Anziehen der Schrauben Rücksicht genommen, wie Fig. 226 im Grundriß zeigt.

Bei Gebälken von außergewöhnlicher Belastung, wie solche in Lagerhäusern vorkommt, fehlt meistens die Zwischendecke gänzlich und sind die Balken oben mit einem starken Dielenbelege und unten mit einer Bretterschalung versehen, Fig. 227. Wenn auch letztere fehlt, was nicht selten ist, dann ist eine stellenweise Absteifung der Balken gegen Drehung empfehlenswert.

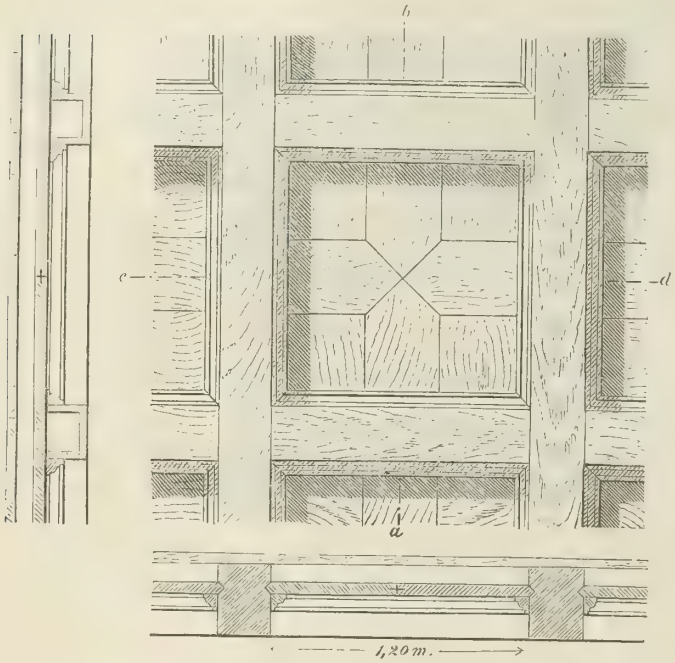
Bei den Steindecken des ersten Bandes haben wir

anstatt aus vollem Holze in Kastenform hergestellt sein, wodurch derselbe Zweck mit geringerem Materialaufwand erreicht wird. Das Bild der einfachsten Kassettendecke zeigt Fig. 228, wozu wir bemerken, daß die Größe der Kassetten, insbesondere ihre Tiefe, von den Abmessungen des zu überdeckenden Raumes abhängig ist, und sorgfältig erwogen sein will, wenn eine harmonische Wirkung erzielt werden soll. So sind beispielsweise in Fig. 229 Kassetten von geringer Tiefe angeordnet, wie sie nicht selten bei niederen Räumen ausgeführt werden, wobei die kastenartigen Wechsel auch nicht die Höhe der Balken zu haben brauchen, sondern nur bis zum Kassettengrund reichen, welcher, wie hier, aus gehobelten und gespundeten oder gefederten Dielen, oder aus gestemmter Arbeit, Fig. 223, bestehen kann und von gegliederten Leisten umgeben wird. Dabei ist es möglich, noch einen halben Windelboden unter dem Fußboden anzuordnen.

Beispiele von nicht sehr komplicirten Kassettendecken bei gewöhnlicher Balkenlage zeigen die Taf. 16—17, im Durchschnitt Fig. 1 und Grundriß Fig. 2. Die Konstruktion zerfällt in zwei Teile, und zwar in die vorbereitende

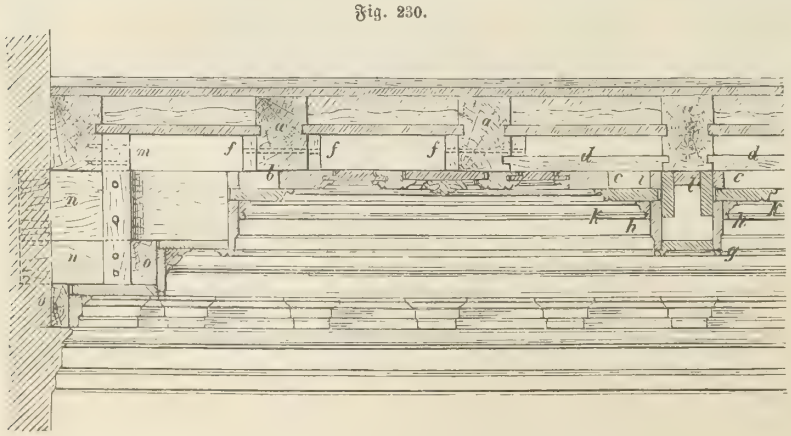
Zimmerarbeit, welche zur Aufnahme und Befestigung der Schreinerarbeit dient. Erstere muß möglichst leicht und aus trockenen Hölzern hergestellt werden, welche nicht aufreißen und durch ihre Befestigung am Werfen gehindert sind, beziehungsweise der Kassettendecke einen unwandelbaren Halt gewähren. Taf. 16 zeigt in Fig. 1 den Durchschnitt längs

Fig. 229.



der Balken und Fig. 230 einen solchen quer durch dieselben. An die Balken a, welche einen halben Windelboden und einen parkettirten Fußboden zu tragen haben, ist der Kassettengrund b c direkt befestigt, und an Stellen, wo dies nicht möglich ist, sind schwache Riegel d, Fig. 230, in die Balken eingestreift.

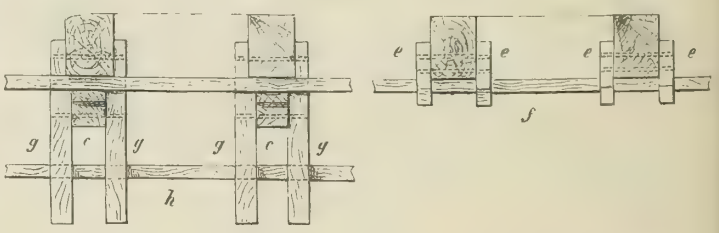
Fig. 230.



Zur Befestigung der weiteren Bestandteile der Decke dienen die zu beiden Seiten der Balken befestigten Dielenstücke f, Fig. 1 und Fig. 230, an welchen der den Kassettensteg bildende Kasten g, Fig. 1, samt Gesimsleisten h ihre Befestigung finden. Werden noch die Leisten i angebracht, so können die Rahmen k zwischen h und i eingeschoben oder eingespannt werden. Die Buchstaben in Fig. 230 entsprechen denen in Fig. 1, Taf. 16; bei Fig. 230 ist eine andere Hilfskonstruktion erforderlich, um den Kassettensteg einstreifen und befestigen zu können. Diese besteht in einem ⌐ förmigen Kasten l, welcher an den darüber befindlichen Balken a genagelt oder besser geschraubt wird. Damit dies geschehen kann, muß bei Einteilung der Balken Rücksicht auf die Deckebildung genommen werden. Um endlich die Gesimsteile längs der Wände anschlagen zu können, sind die Dielenstücke m, sowie die etwas in die Wand eingelassenen n und die Rahmen o anzuordnen, was aus den Fig. 1 und 230 zu ersehen ist.

Während die Decke Taf. 16 eine regelmäßige Felderteinteilung von ca. 1,35 m Weite über einem 6 m tiefen Zimmer zeigt, ist in Taf. 17, Fig. 1—2, im Grundriß und Durchschnitt eine Decke dargestellt, die gewissermaßen

Fig. 231.



in drei Teile zerlegt ist, die sich bezüglich ihrer Höhe derart abstufen, daß das Mittelfeld a, der Gesamtwirkung wegen, nur um weniges höher gelegen ist, als die es umgebende Vertäferung b; daß dagegen die Deckenfelder a und b zusammen durch einen tiefer gelegenen, von architravirten Unterzügen eingefaßten Fries d umspannt sind, Fig. 232.

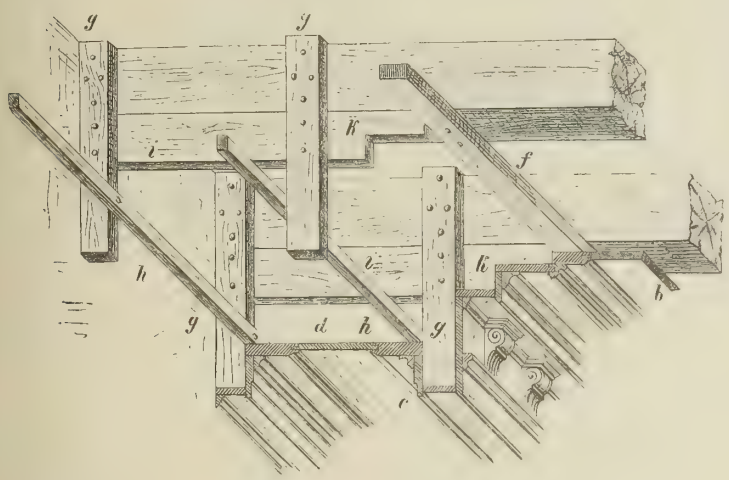
Das Mittelfeld a bildet eine unmittelbar unter den Balken befestigte Putzfläche für Malerei. Daran stoßen die Holzverkleidungen, welche an den Dielenstücken e und den Leisten f, Fig. 1 und 231, befestigt sind. Nach Anbringung der Dielenstücke g, welche zangenartig die bei k ausgeschnittenen Riegel i umschließen, und nachdem die Leisten h angeordnet sind, kann sämtliches Schreinwerk angeschlagen werden.

Eine perspektivische Ansicht der Hilfskonstruktion zur Befestigung des Schreinwerkes der Decke Taf. 17 zeigt Fig. 232, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Bohlenstücke i bündig mit der Balkenseite angenommen sind, über welche verbindend die Balken g hinweggreifen. Auf der anderen Seite der Balken können i und g ebenfalls angebracht

werden, wenn weitere Befestigungspunkte erforderlich sein sollten. Im übrigen entsprechen die Buchstaben von Fig. 232 denen Taf. 17.

Was nun die Bildung von Kassettendecken über Sälen betrifft von 10 m Weite und darüber, so hat dieselbe keine Schwierigkeit, wenn sie mit dem Speichergebälke verbunden und an den darüber befindlichen Dachstuhl angehängt werden kann. Etwas Anderes ist es aber, wenn die Decke zwischen zwei übereinander liegenden Sälen ohne Zwischenunterstützung angeordnet werden soll, in welchem Falle man sich

Fig. 232.



früher mit der Konstruktion verzahnter, verdübelter, abgesprengter u. s. w. Unterzüge plagte, ja sogar oft sämtliche Balken künstlich verstärken mußte, was wir als veraltet ansehen müssen, indem diese Aufgaben in unserer Zeit weit einfacher und gediegener entweder durch Anordnung eiserner Unterzüge zur Aufnahme des Gebälkes und der Kassettendecke oder durch ein vollständig eisernes Gebälk gelöst werden.

§ 4.

Die Roste.

Diese haben im allgemeinen den Zweck, den Druck der Fundamente entweder auf den Grund gleichmäßig zu verteilen oder denselben auf den tiefer liegenden tragfähigen Grund zu übertragen.

Wir haben es hier nur mit der Konstruktion der Roste zu thun, während die Fälle, in denen sie Anwendung finden, im vierten Teile dieses Werkes besprochen sind.

Die Rosthölzer unterscheiden sich von den eben betrachteten Balken wesentlich dadurch, daß sie nicht auf große Längen frei liegen, sondern häufig unterstützt werden, daher nicht zu den Balken gerechnet werden können, und daher auch den Namen Schwellen, Rostschwellen führen.

Im allgemeinen besteht ein jeder Rost aus zwei Lagen von Schwellen, die sich rechtwinklig kreuzen, miteinander verbunden sind und einen Beleg von Dielen oder Bohlen tragen. Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Rosten, den liegenden, auch Schwellrost genannt, und den Pfahlrost. Bei ersterem liegen die Schwellen der untersten Lage unmittelbar auf dem Baugrunde auf, während sie bei letzterem durch eingerammte Pfähle gestützt werden.

Jeder Holzrost muß so gelegt werden, daß seine Oberfläche noch immer etwas, und mindestens 0,30 m, unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt.

Der liegende Rost hat zunächst den Zweck, die von ihm zu tragende Last über den ganzen Raum, den er bedeckt, gleichmäßig zu verteilen, so daß er ein tieferes Einsinken in eine nachgebende Unterlage nicht verhindert, dieses aber gleichmäßig stattfinden läßt. Hiernach muß er in sich fest verbunden, und die einzelnen Hölzer müssen so stark sein, daß sie sich unter der ihnen aufgebürdeten Last nicht biegen.

Fig. 1, Taf. 18, zeigt einen solchen Rost und zwar in A den Grundriß, in C einen Querdurchschnitt und in B die vordere Ansicht. Die Hauptverbandstücke desselben sind die Langschwellen b b; sie müssen in den Stößen besonders gut verbunden, hier immer durch eine Querschwelle unterstützt und die Stöße selbst so angeordnet sein, daß sie Verband untereinander halten. Man giebt diesen Schwellen eine Stärke von 21—33 cm, legt sie aber, wenn sie nicht quadratisch sind, hochkantig wie die Balken. Ihre Entfernung von einander muß so abgemessen werden, daß die über diese Langschwellen gelegten, 9—15 cm starken Dielen sich unter ihrer Belastung nicht biegen. Diese Dielen werden auf den Schwellen nur durch hölzerne Nägel befestigt, weil allein ein Verschieben zu verhindern und ein Abheben nicht zu befürchten ist. Um die Langschwellen in ihrer parallelen Lage zu erhalten, liegen unter denselben die sogenannten Querschwellen c c in Entfernungen von 1,20—1,50 cm. Sie haben dieselbe Stärke wie die Langschwellen und erhalten da, wo sie sich mit diesen kreuzen, 6—9 cm tiefe Einschnitte, während die Langschwellen nicht eingeschnitten werden.

Bei der Anfertigung eines liegenden Rostes werden zuerst die Querschwellen, in den vorgeschriebenen Entfernungen, genau nach der Schnur und Bleiwage auf den Grund der Baugrube gestreckt und die Langschwellen darauf gebracht. Bevor nun aber der Dielenbeleg aufgelegt wird, wird der Raum unter denselben und zwischen den Schwellen, bis zur Oberfläche der Langschwellen, sorgfältig mit Lehm

oder Bauschutt fest ausgeschlagen, oder auch wohl ausgemauert, so daß nirgends ein hohler Raum bleibt. Diese Ausfüllung bringt man auch noch zur Seite des Rostes in der Baugrube an, so daß sie bis unter die Belegsdielen reicht. Den Lehm kann man feststampfen, Sand und Bauschutt befestigt man aber dadurch am sichersten, daß man diese Materialien von oben nach unten vom Wasser durchziehen läßt. Es ist deshalb sehr wünschenswert, während dieser Operation den Stand des Grundwassers in der Baugrube niedriger als die Unterfläche der Querschwellen zu halten.

Bildet die Mauer, welche auf dem Roste gegründet werden soll, eine Ecke, so muß der Rost dieser Gestalt folgen. Man kommt hier am leichtesten zum Ziele, wenn man die Langschwellen der einen Seite über diese hinausreichen und als Unterlager oder Querschwellen für die andere Seite dienen läßt. Hierbei kommt natürlich der Dielenbeleg für die beiden Mauern nicht in eine Horizontalebene zu liegen, allein dies schadet der Festigkeit und Solidität des Rostes gar nicht, wenn man nur dafür sorgt, daß auch der höher gelegene Rost noch unter dem niedrigsten Stande des Grundwassers bleibt und die Oberflächen des Rostes für sich wagrecht liegen.

Ist die Ecke nicht rechtwinklig, so ändert dies in der Konstruktion nichts, als daß man, nach Fig. 2, Taf. 18, zunächst an der Ecke die Unterlagen oder Querschwellen auch schief legt, dann aber bald wieder in die zu den Langschwellen senkrechte Lage übergeht. Die Dielen des Beleges müssen alle über sämtliche Langschwellen hinwegreichen, und dürfen daher an der Ecke nicht etwa zu dreieckigen Stückchen zerschnitten, sondern nur an einer Seite schmäler gehalten werden, bis sie nach und nach wieder parallele Seiten erhalten können.

Die eben beschriebene Konstruktion des liegenden Rostes ist die in Deutschland ziemlich allgemein übliche, während in England und Frankreich in manchen Stücken davon abgewichen wird. Namentlich pflegen die Franzosen alle Hölzer gewöhnlich zu überblatten, d. h. bündig zu überschneiden, was übrigens, wenn man nicht durch besondere Umstände dazu gezwungen wird, wenig oder gar keine Vorteile gewähren dürfte.

Der Pfahlrost unterscheidet sich schon wesentlich durch seine Bestimmung von dem liegenden; denn während dieser nur ein ungleichförmiges Setzen des darauf fundirten Gebäudes verhüten soll, bezweckt man bei Anordnung eines Pfahlrostes, das Setzen ganz zu verhindern. Der Pfahlrost hat zunächst die Bestimmung, das Gewicht des auf ihm gegründeten Bauwerkes auf den tiefer liegenden, festen Baugrund zu übertragen und ist daher eigentlich nur in den Fällen anwendbar, in welchen eine weiche, nachgebende Bodenschicht den guten festen Baugrund bedeckt und durch erstere hindurchgerammte Pfähle den letzteren erreichen.

Im allgemeinen kann man seine Konstruktion beschreiben, wenn man sagt, es sei ein Schwellrost, der nicht unmittelbar auf der Sohle der Baugrube, sondern auf den Köpfen eingerammter Pfähle ruhe. Die wichtigste Arbeit bei der Konstruktion solcher Roste ist daher auch das Einrammen der Pfähle, welches im vierten Bande beschrieben ist.

Die einzurammenden Pfähle werden gewöhnlich nicht beschlagen, sondern nur von der Rinde befreit und am unteren Ende pyramidal zugespitzt. Hierbei ist zu bemerken, daß die Spitze selbst nicht zu schwach ausläuft und auch die Kantenwinkel der Pyramide nicht zu spitzig werden, damit ein Aussplittern vermieden wird. Man giebt daher dieser Spitze die Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Höhe gleich dem 1-, $1\frac{1}{2}$- bis 2fachen des Pfahldurchmessers ist, wie Fig. 4, Taf. 18, eine solche zeigt, wobei noch zu bemerken ist, daß die äußerste Spitze wieder eine kleine, stumpfere Pyramide sein muß. Dreiseitige Pyramiden geben zu spitze Kantenwinkel, doch werden sie, um das Drehen der Pfähle beim Einrammen mehr zu verhüten, häufig vorgeschlagen.

Um die Pfahlspitzen beim Eindringen in festen Boden gegen Beschädigungen zu schützen, hat man an manchen Orten die Gewohnheit, sie vor dem Einrammen zu brennen. Dies Hilfsmittel dürfte sich indessen ziemlich unwirksam zeigen, denn wenn dadurch auch das Aufsplittern etwas verhindert werden sollte, so würde dafür das Ausbrechen einzelner Holzstückchen nur um so wahrscheinlicher werden. Sehr häufig werden daher die Pfahlspitzen in solchen Fällen mit Eisen armirt, d. h. mit sogenannten Pfahlschuhen versehen. Ein solcher besteht nach Fig. 3 aus einer eisernen Pyramide, die eben die Spitze bildet, und an welche vier Federn angeschmiedet sind, die auf den Seitenflächen der Pfahlspitze aufliegen und hier durch eiserne Nägel befestigt sind. Das Aufbringen der Pfahlschuhe erfordert große Sorgfalt, weil nicht nur die Spitze genau in die Achse des Pfahles fallen, sondern auch die Verbindung des Schuhes mit dem Holze eine möglichst feste sein muß. Die Spitze des Pfahles darf, wenn derselbe mit einem Schuh versehen werden soll, nicht mehr zugeschärft, sondern muß senkrecht auf die Achse abgeschnitten werden, so daß eine quadratische Grundfläche von 36—81 qcm Inhalt entsteht. Eine ebenso große Fläche muß der Pfahlschuh im Inneren zwischen den vier Federn zeigen.

Die Pfähle werden in Reihen, möglichst in der vorgeschriebenen Richtung, eingeschlagen, und zwar decken sich entweder die Pfähle der verschiedenen Reihen, wie in Fig. 5, oder sie stehen schachbrettartig nach Fig. 6. Diese letztere

Stellung erleichtert das Einrammen insofern etwas, als der zwischen den Pfählen befindliche Boden gleichmäßiger komprimirt wird, als bei der Stellung in sich deckenden Reihen.

Die Entfernung der Pfahlreihen von einander beträgt je nach der zu tragenden Last 0,9 bis 1,50 m, die der Pfähle in den Reihen gewöhnlich aber etwas mehr. Die Stärke der Pfähle beträgt 24—36 cm, und zwar soll man nach Perronet's Regel 24—27 cm starke Pfähle bis zu 25000 kg, 36 cm starke höchstens mit 50000 kg belasten.

Sind die Pfähle eingerammt, so müssen sie so abgeschnitten werden, daß ihre Köpfe alle in einerlei Horizontalebene liegen, und zwar so tief unter dem tiefsten Stande des Grundwassers, daß der aufgezapfte Rost mit seiner Oberfläche ebenfalls noch darunter bleibt. Die Horizontalebene stellt man am leichtesten dadurch her, daß man das Grundwasser in der Baugrube eine Zeit lang in Ruhe läßt und dann den Stand des zur Ruhe gekommenen Wasserspiegels an den Pfählen bezeichnet.

Die Pfähle erhalten Zapfen, wenigstens sollten alle Pfähle Zapfen erhalten, weil diese das Verschieben der Rostbalken kräftig verhindern, was in vielen Fällen von großer Wichtigkeit sein kann. Die Zapfen erhalten eine Breite von 6—9 cm, eine Länge von 18 cm und eine Höhe von 9—12 cm. Diejenigen Pfähle, auf welchen die Rostbalken gestoßen werden sollen, erhalten möglichst lange Zapfen, damit die Enden der Rostbalken gegen das Ausweichen geschützt sind.

Die Rostbalken erhalten nur Zapfenlöcher und die Zapfen werden nicht verbohrt, weil an ein Abheben der Rostbalken gar nicht zu denken ist. Um die Rostbalken nicht zu schwächen, werden sie nur stumpf gestoßen, und wenn man ein Auseinanderziehen befürchtet oder vermeiden will, legt man eiserne Klammern auf die Stöße, oder wirksamer eiserne Schienen an die Seiten der Rostbalken, die man mit eisernen Nägeln befestigt.

Die auf die Pfähle gezapften Rostbalken erhalten demnächst ihre Verbindung untereinander und eine Sicherung ihrer parallelen Lage durch eine zweite Reihe von Verbandstücken, welche sie rechtwinklig kreuzen; dies sind die sogenannten Zangen, auch Querschwellen genannt. Da ein Verschieben dieser, nach der Länge der Rostbalken, nicht wohl denkbar ist, so erhalten letztere gar keine Einschnitte, sondern nur die Zangen.

Eine sorgfältige Ausfüllung und in wichtigen Fällen eine Ausmauerung in den Rostfeldern ist, wie bei dem liegenden Roste, auch hier ein Haupterfordernis. Gewöhnlich hebt man, nachdem die Pfähle eingerammt sind, den Grund noch 0,60—0,90 m tiefer aus, stampft dann diesen Raum mit einem Lehmschlage aus und führt hierauf die Ausmauerung auf, die bis zur Oberfläche der Rostbalken sich erstrecken muß.

Wendet man so starke Belegsdielen an, daß diese allein im stande sind, die ihnen aufgelegte Last zu tragen, so kann man die Zangen so weit einschneiden, daß sie mit ihrer Oberfläche in der Ebene der Dielen liegen, sonst läßt man auch wohl die Zangen vorstehen. Die Dielen werden, wie beim liegenden Roste, mit hölzernen Nägeln festgenagelt.

Einen nach vorstehender Beschreibung konstruirten Rost zeigt Fig. 5, Taf. 18, bei A in der Horizontalprojektion, bei B in der Ansicht von der Seite und in C und D in zwei Querschnitten, von denen der erste durch eine Zange, der zweite durch eine Diele gelegt ist.

In Fig. 6 stehen die Pfähle schachbrettförmig, welche Stellung, wie schon bemerkt, das Einrammen derselben etwas erleichtert. Fig. 6 A zeigt den Grundriß und B die Seitenansicht. Hierbei können natürlich nicht alle Zangen gerade über die Pfähle treffen, welche Anordnung bei sich deckenden Pfahlreihen gewöhnlich getroffen wird. Dies schadet indessen der Festigkeit des Rostes auch keineswegs. In unserer letzten Figur sind ferner die Zangen mit den Rostbalken förmlich verkämmt und ragen über die Dielen hervor.

Bei einer vorkommenden Veränderung der Richtung des Rostes läßt man diejenigen Verbandstücke desselben, welche für die eine Seite die Rostbalken bildeten, für die andere als Zange dienen, so daß der Dielenbeleg, wie bei dem liegenden Roste, Fig. 2, in verschiedenen, aber für sich wagrechten Ebenen liegt.

Bei dem Pfahlroste ist die Anordnung einer Spundwand sehr gewöhnlich. Der Zweck derselben ist eine Verminderung des Wasserzudranges während des Baues und ein Zusammenhalten des Erdkörpers, welchen der Rost bedeckt. Da aber hier ein tieferes Einsinken des Rostes durchaus nicht in der Voraussetzung liegt und auch nicht stattfinden darf, so ist eine innige Verbindung der Spundwand mit dem Roste auch nicht mehr nachteilig, und man erreicht nun den Vorteil, auch unter dem Roste Spundwände anbringen zu können, was in vielen Fällen von großem Nutzen sein kann. Soll die Spundwand indessen den Rost nur umgeben, so erhält sie ihren passendsten Platz außerhalb der vorderen Pfahlreihe, weil sie so sämtliche Pfähle des Rostes gegen das Ausdrängen schützen kann. Ja man thut oft gut, die Spundwand nicht zu nahe an die vordere Pfahlreihe zu setzen, weil sie dann das Eindringen der Rostpfähle nicht so hindert; denn jedenfalls muß die Spundwand zuerst eingeschlagen werden, weil ihre an sich schon schwierige Darstellung noch viel beschwerlicher werden würde, wenn der Boden durch die Rostpfähle schon komprimirt wäre.

Die Fig. 7 und 8, Taf. 18, zeigen zwei verschiedene Arten der Verbindung der Spundwand mit dem Roste. Bei der ersten, Fig. 7, ist die Spundwand über den Rost

hinausgeführt und statt des Holmes mit einem Paar zangenartiger Hölzer versehen, von denen das eine die Fuge zwischen der Spundwand von dem Dielenbeleg des Rostes deckt. Bei der zweiten, in Fig. 8 dargestellten Anordnung ist angenommen, daß die Spundwand nicht über den Dielenbeleg hinausragen darf, und es ist der Holm derselben, den man bei starken Spundpfählen überhaupt nicht wohl entbehren kann, mit dem vordersten Rostbalken zusammengebolzt. Die Zangen des Rostes sind nur auf den Holm schwalbenschwanzförmig aufgekämmt und reichen, wie die Belegsdielen, bis zur Vorderfläche desselben.

Sechstes Kapitel.

Die Dächer.

§ 1.

Einleitung.

Der Zweck des Daches ist, die atmosphärischen Niederschläge vom Gebäude abzuweisen, oder es gegen die schädlichen Einwirkungen derselben zu schützen. Um diesen Zweck erfüllen zu können, muß das Dach aus geneigten Flächen konstruirt sein, welche undurchdringlich sind gegen Regen und Schnee, ja sogar oft gegen Hitze und Kälte. Diese Anforderungen bedingen aber die Wahl des Deckmateriales, welches den Einflüssen der Atmosphäre hinlänglich Widerstand zu leisten hat und zugleich nicht feuergefährlich ist. Einen Teil der Materialien, aus denen man die Dachflächen darstellt, haben wir im ersten Bande besprochen und einige andere werden wir in der Folge kennen lernen, so daß uns hier nur die Konstruktion des Dachgerüstes, d. h. desjenigen Teiles eines Daches übrig bleibt, welcher der eigentlichen Dachfläche und dem Deckmateriale zur Stütze dient.

Da das Dachgerüst überhaupt zunächst des Deckmateriales wegen vorhanden ist, so muß sich auch die Konstruktion desselben nach jenem richten, und es folgt hieraus, daß wesentlich verschiedene Deckmaterialien auch verschiedene Konstruktionen des Dachgerüstes bedingen müssen. Dies bezieht sich indessen hauptsächlich nur auf diejenigen Teile des Dachgerüstes, welche zur unmittelbaren Aufnahme des Deckmateriales bestimmt sind, als Latten und Bretterschalungen ꝛc. Die übrigen Konstruktionsteile sind zwar auch, was die notwendige Neigung der Dachflächen und die durch die Gewichte der Deckmaterialien bedingte Tragfähigkeit anbelangt, durch das Deckmaterial bedingt, doch aber treten hier noch andere Umstände bedingend auf, so daß oft eine und dieselbe Dachkonstruktion für verschiedene Materialien anwendbar ist.

Nicht allein in technischer, sondern auch in ästhetischer Beziehung ist das Dach als ein so wesentlicher Teil eines Bauwerkes von großer Bedeutung, indem seine Form einen großen Einfluß auf die äußere Erscheinung des Gebäudes, beziehungsweise auf seinen Charakter ausübt. Bei manchen Gebäudegattungen, als Villen, Schlössern ꝛc., sind die Dachformen nicht gerade als ein Ergebnis der Anlage oder des Grundrisses anzusehen, sondern umgekehrt wird schon bei der Grundform des Gebäudes auf die Kombination der Dachformen und auf die Wirkung, welche man durch sie zu erreichen sucht, Rücksicht genommen.

Ob nun die Beschaffenheit des Deckmateriales oder die Benutzung und Verwertung des Dachraumes oder ästhetische Rücksichten die Form des Daches bestimmen, immerhin wird es wieder Aufgabe der Konstruktion sein, dieselbe möglichst rationell und unter der Bedingung herzustellen, daß das Hauptmaterial Holz sei.

§ 2.

Die Dachformen.

Was die Form der Dächer betrifft, so müssen wir im allgemeinen solche mit ebenen und solche mit gebogenen Flächen unterscheiden. Ferner solche, deren Gebäude im Grundriß nur ausspringende Umfangswinkel zeigen, von denen, bei welchen auch einspringende Winkel vorkommen. Erstere kann man einfache, letztere zusammengesetzte Dächer nennen.

Die gewöhnliche Form ist die, daß zwei gegeneinander geneigte, sich in einer Firstlinie, a Fig. 233, schneidende Flächen das Dach bilden, und ein solches nennt man ein Satteldach, auch Giebeldach, da es durch Dachgiebelwände b geschlossen ist. Die beiden Dachflächen heißen Langseiten. Ein solches Dach erscheint im allgemeinen als ein, auf einer seiner Seitenflächen ruhendes, dreiseitiges Prisma.

Sind die lotrechten Dachgiebel ebenfalls durch geneigte Dachflächen ersetzt, die sich mit den Langseiten in Gräten schneiden, so wird das Dach ein Walmdach, Fig. 234, und die an die Stelle der Dachgiebel getretenen Dachflächen heißen Walmseiten. Ein solches Dach heißt ferner ein ganzes Walmdach, wenn die Traufslinien der Lang- und Walmseiten in einer Horizontalebene liegen; ein halbes oder Krüppel-Walmdach, Fig. 235, wenn die Traufslinien der Walmseiten höher, gewöhnlich auf der halben Höhe der Langseiten liegen, von den Dachgiebeln also die unteren Teile, in Gestalt von Paralleltrapezen, noch vorhanden sind. Der Punkt, in welchem sich die beiden Gräte und die Firstlinie eines Walmdaches schneiden, heißt der Anfallspunkt.

Fallen beide Anfallspunkte eines Walmdaches in einen zusammen, so daß die Firstlinie ganz verschwindet und das

Fig. 233.

Fig. 234.

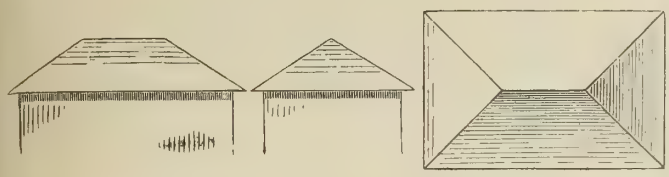
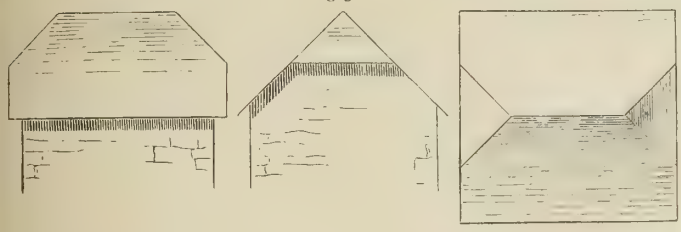


Fig. 235



Dach die Gestalt einer drei-, vier- oder mehrseitigen Pyramide annimmt, so nennt man ein solches ein Zeltdach, Fig. 236 und 237. Wird die Zahl der dreieckigen Dachflächen des Zeltdaches immer größer oder geht dessen Grundriß in einen Kreis über, so erhält man das Kegeldach, Fig. 238.

Fig. 237.

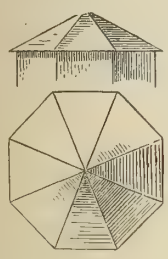


Fig. 236.

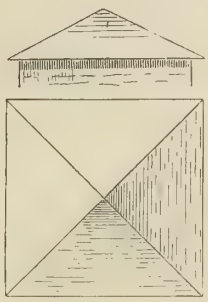


Fig. 238.

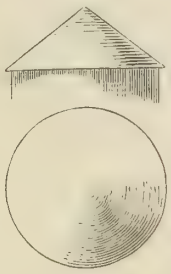
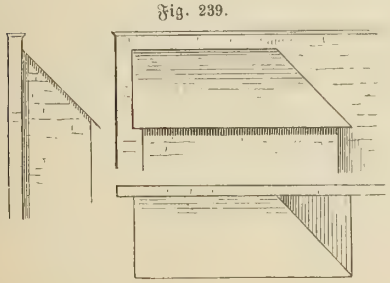


Fig. 239.



Denkt man sich durch die Firstlinie eines Sattel- oder Walmdaches oder durch die Spitze eines Zeltdaches eine Vertikalebene gelegt, und betrachtet man eine der entstehenden Dachflächen als vollständiges Dach eines Gebäudes, so daß an die Stelle der gedachten Vertikalebene eine Wand oder Mauer tritt, so heißt ein solches Dach ein Pultdach, Fig. 239. Dasselbe kann nun entweder einen halben Giebel oder Walmen haben, wie dies hier angedeutet ist.

Die hier beschriebenen Dachformen und deren Benennungen gelten auch für solche Dächer, deren Flächen

Fig. 240.

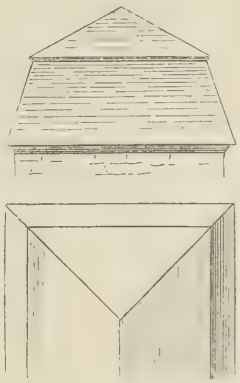


Fig. 242.

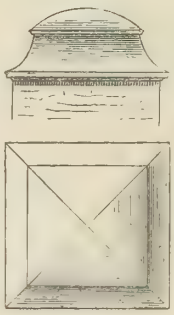


Fig. 241.

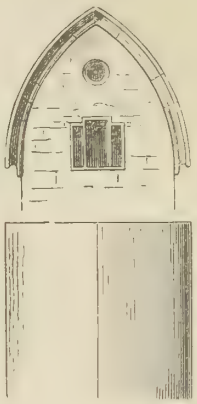


Fig. 243.

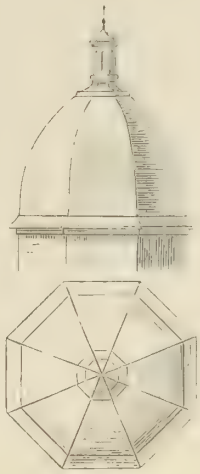


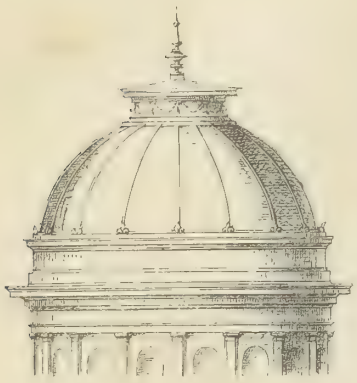
Fig. 244.

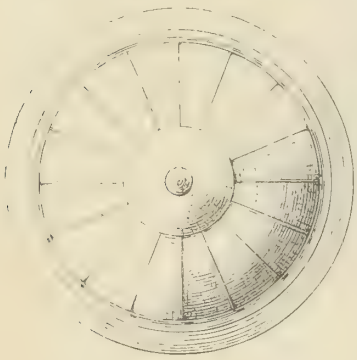
Fig. 245.

gebrochen oder gebogen sind. Das Sattel-, Walm- und Zeltdach, dessen ebene Dachseiten so gebrochen sind, daß die unteren Teile steiler als die oberen liegen, nennt man, nach dem angeblichen Erfinder dieser Form, dem französischen Architekten Mansard (geb. 1625, gest. 1708), Mansardedächer, Fig. 240. Ein aus stetig gebogenen Dachflächen bestehendes Sattel- oder Walmdach heißt ein Bohlendach, Fig. 241, und das Zeltdach bekommt in diesem Falle den Namen Dachhaube; so wäre das Man-

fardedach, Fig. 242, mit einer Dachhaube zu oberst versehen. Die Dächer nach den Fig. 243—246 heißen Kuppeldächer. Shed-Dächer, Fig. 247 (Sägedach), sind aus einer beliebigen Anzahl unregelmäßiger Satteldächer zusammengesetzt und werden zur Bedachung größerer Werkstättengebäude angewendet, wobei die meist gegen Norden gerichteten Dachflächen mit vielen Fenstern versehen werden. Endlich zeigt Fig. 248 das zusammengesetzte Satteldach, welches in solchen Fällen gewählt wird, in welchen man es vorzieht, anstatt eines großen Dachstuhles mehrere kleinere auszuführen.

Fig. 246.





Im allgemeinen hat bei diesen Dachformen der Winkel, den die Dachflächen mit dem Horizonte bilden, keinen Einfluß auf die Benennung; doch unterscheidet man flache und steile Dächer. Ist die senkrechte Höhe des Dreieckes, welches den Querschnitt des Daches darstellt, größer wie der fünfte Teil der Grundfläche, so wird das Dach ein steiles, im andern Falle ein flaches genannt. So wenig geneigte Dächer, daß man noch ohne Unbequemlichkeit darauf umhergehen kann, nennt man Altandächer oder Terrassen.

Fig. 247.

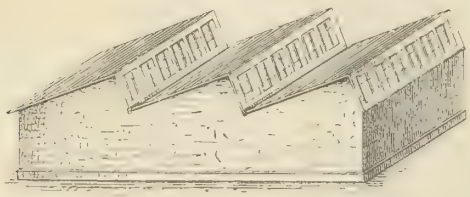


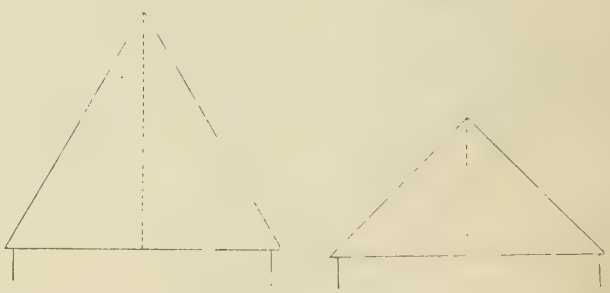
Fig. 248.

Noch müssen wir einiger Dachbenennungen gedenken, die sich auf die Größe der Neigung der ebenen Dachflächen beziehen, obgleich sie wenig gebräuchlich sind. So nennt man wohl ein Dach, bei welchem die senkrechte Höhe des im Querschnitte eines Satteldaches entstehenden Dreieckes größer als die Grundlinie ist, ein altgothisches Dach, Fig. 249. Ist die Höhe gleich der Grundlinie, so heißt

Fig. 249. Fig. 250.

das Dach ein altdeutsches, Fig. 250, und ist das entstehende Dreieck ein gleichseitiges, ein altfranzösisches, Fig. 251. Ist endlich die Höhe gleich der halben Grundlinie, so heißt das Dach ein neudeutsches oder ein Winkeldach, Fig. 252. Doch sind, wie schon bemerkt,

Fig. 251. Fig. 252.



diese Benennungen ziemlich außer Gebrauch, und man bezeichnet die Neigung der Dachflächen allgemein durch das Verhältnis der Höhe zur Breite oder „Tiefe“ desselben, wobei man aber immer das Satteldach zu Grunde legt, und spricht daher von einem Drittel-, Viertel- u. s. w. Dache, je nachdem die Höhe $1/3$, $1/4$ u. s. w. der Tiefe des Daches beträgt. Darnach wäre Fig. 253 ein Dritteldach, Fig. 254a ein Viertel- und Fig. 254b ein Fünftel-Dach, Fig. 255b ein Achtel- und Fig. 255c ein Zwölftel-Dach. Endlich ist in Fig. 256 ein Zwanzigsteldach dargestellt. Die Fig. 252—256 zeigen Dächer, deren Neigungen für unser Deckmaterial entsprechend sind, wobei bemerkt werden

muß, daß die Größe der Dachflächen der Fig. 255 und 256 bei gleicher Tiefe und Länge des Gebäudes sehr wenig voneinander verschieden sind, ja selbst bei Fig. 256 verhält sich die Länge der beiden Dachseiten zu der von Fig. 253 nur wie ca. 1 : 1,15. Schließlich empfehlen wir nicht zu

Fig. 253.

Fig. 254.

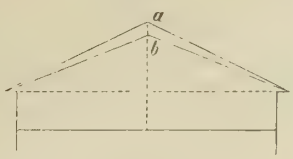
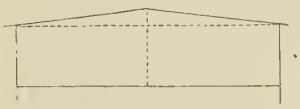


Fig. 255.

Fig. 256.



flache Dächer insbesondere gegen die Richtung des Regenwindes. Bei flachen Dächern, Fig. 254—256, ergiebt sich die Anlage einer Kniewand von selbst, wenn der Speicherraum für Kammern u. s. w. ausgenutzt werden soll, und zwar wird die Höhe derselben mit der Abnahme der Größe des Neigungswinkels des Daches zunehmen und wird endlich Stockmauer, wenn das Dach ein Terrassendach wird.

Endlich sind es besonders die Türme, welche eine große Verschiedenheit in der Bildung ihrer Dächer zeigen, wovon wir die wesentlichsten Formen auf Taf. 19 in Fig. 1—15 und auf Taf. 20 in Fig. 1—8 zusammengestellt haben. Es sind großenteils vier- oder achtseitige Pyramiden, welche auf niedrigen abgestumpften Pyramiden scheinbar aufsitzen, wodurch eine Kranzlinie entsteht, welche man den Leistbruch nennt. Diese Bildung ist aus konstruktiven und ästhetischen Rücksichten geboten, indem die Hauptpyramide auf der Mauer aufsitzt und die untere Pyramide das Wasser über den Gesimsrand zu leiten hat. Denn wollte man die Turmspitze auf den äußern Gesimsrand setzen, so käme das Gesims in Gefahr, heruntergedrückt zu werden, abgesehen von dem schwerfälligen Ansehen, welches eine solche starre Turmspitze gewährte. Während auf Taf. 19 die einfacheren Turmspitzen im Grund- und Aufriß dargestellt sind, zeigt Taf. 20 einige reichere und komplizirtere Turmdächer. Eine weitere Erläuterung der Taf. 19—20 halten wir für überflüssig.

§ 3.

Dachverbände.

Bevor wir zur Bildung der Dächer übergehen, glauben wir in analoger Weise zu den Stein- und Eisenkonstruktionen auch hier verfahren zu müssen, weshalb die wesentlichsten Verbände der Dachkonstruktionen zusammengestellt werden sollen. Wenn dadurch diese Verbände an Übersichtlichkeit und Leichtigkeit ihres Studiums gewinnen sollten, so dürfte der Vorwurf der vielleicht da und dort vorkommenden Wiederholung von Zeichnungen leicht zu ertragen sein.

Das einfachste Dach entsteht, wenn man nach Fig. 257 zwei Hölzer a c und c d, deren Längen zusammen größer sind, als die des Balkens a d, oben miteinander und unten mit dem Balken verbindet und mehrere dergleichen Gebinde oder Gespärre, wie eine solche Verbindung genannt wird, nach der Länge des Daches hintereinander aufstellt. Die beiden Hölzer a c und c d heißen Dachsparren und auf denselben wird die Lattung oder Schalung für das Deckmaterial befestigt. Ein solches Gespärre ist seiner Tiefe, d. i. der Länge des Balkens a d nach, eine unverschiebliche, feste Figur, und nehmen wir an, die Verbindung der einzelnen Gespärre unter sich und mit den Giebeln sei ebenfalls eine feste und unverschiebliche, so bildet das Dach ein, auf einer seiner Seitenflächen aufliegendes, dreiseitiges Prisma.

Fig. 257.

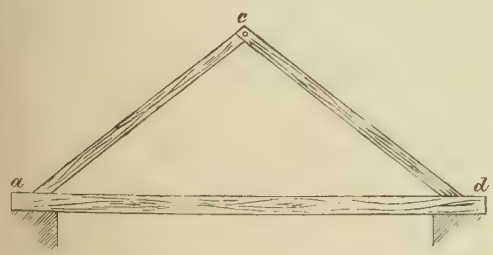
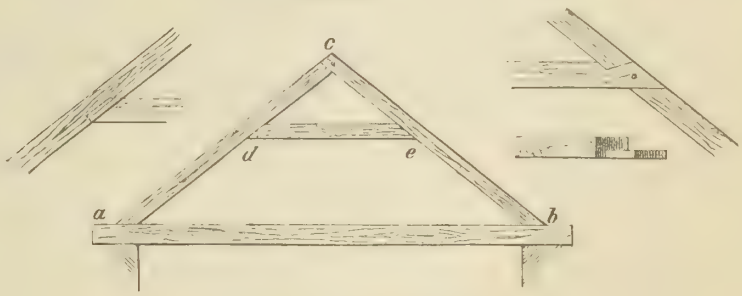


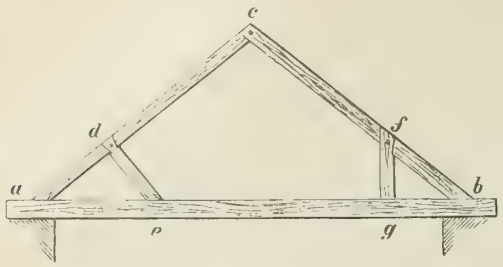
Fig. 258.



Werden die Sparren a c und b c, Fig. 258, so lang, daß sie sich einzubiegen suchen, so wird diese Einbiegung durch den Riegel d e verhindert. Soll derselbe bloß eine Aussteifung der beiden Sparren bezwecken, so genügt die links der Figur angedeutete Verzapfung, soll aber außerdem noch ein Verband der Sparrenpunkte d und e erzielt werden, so wird die rechts gezeichnete schwalbenschwanzförmige Verblattung angewendet.

Eine andere Absteifung der Sparren a c und b c zeigt Fig. 259, durch Pfosten oder Strebe f g und d e, welche zur festeren Verbindung nicht allein bei d und f, sondern

Fig. 259.



auch seitlich am Balken a b bei e und g schwalbenschwanzförmig verblattet werden.

Diese Absteifung der Sparren, welche insbesondere den steilen mittelalterlichen Dachstühlen angehört, ist in

Fig. 260.

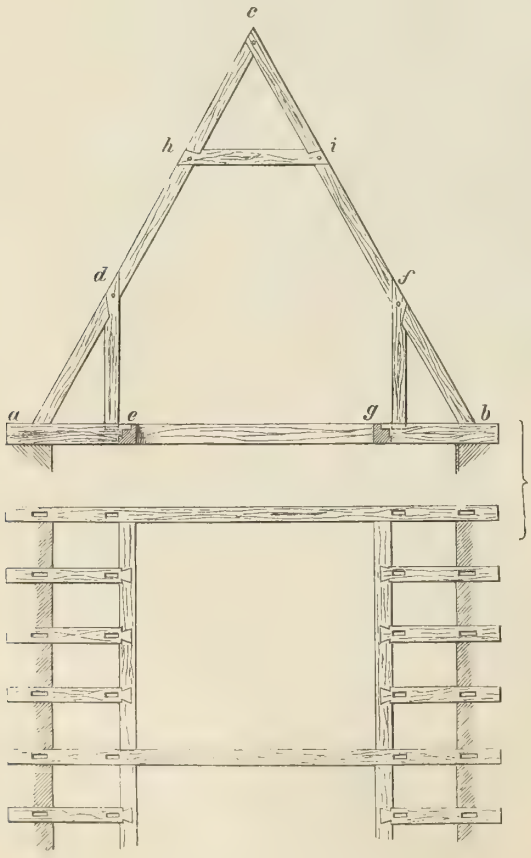


Fig. 260 insofern weiter ausgebildet, als außer den Pfosten d e und f g auch noch ein Riegel h i angebracht ist.

Durch diese Anordnung werden die Punkte d und f der Sparren a c und b c unterstützt, während die Punkte h und i versteift und miteinander verbunden werden.

Bei gewölbten Kirchen fand man die Herstellung eines vollständigen Speichergebälkes für überflüssig, weshalb man nur in Entfernungen von ca. 3—4 m durchgehende Balken annahm, und zwar zur Aufnahme der Wechsel, in welche die Stichbalken gegen das Herausziehen mittels schwalbenschwanzförmiger Blattzapfen eingesetzt sind, wie dies Fig. 260 im Grundriß darstellt.

Für Dächer, deren Sparrenfüße in Balken eingezapft sind und steile Dachflächen darbieten, ist die besprochene Unterstützung und Absteifung der Gespärre, was man den Querverband nennt, ganz besonders geeignet, indem keine starken Hölzern, sondern nur solche von der Stärke der Sparren erforderlich sind, wodurch eine zierlich aussehende Dachkonstruktion entsteht. Wenn nun auch hier der Querverband nichts zu wünschen übrig läßt, so ist dagegen der Längeverband nur auf den Zusammenhang der Gespärre mittels Lattung oder Schalung beschränkt. Anstatt nun jedes Gespärr für sich zu einer festen unverschieblichen Figur abzubinden, kann man eine andere Konstruktion wählen, welche darin besteht, daß sämtliche Sparren gemeinsame Unterstützung und Befestigung finden auf Hölzern (Pfetten), welche die Richtung der Sparren durchkreuzen. Mittels dieser Pfetten wird ein weit besserer Längeverband des Daches erzielt, ist der Holzbedarf und Arbeitslohn ein geringerer, sowie das Aufschlagen leichter, als wie bei der früheren Konstruktion. Solche Dachkonstruktionen einfachster Art sind in den Fig. 261—263 dargestellt, wobei die oberste Pfette Firstpfette, die beiden unteren Sattelschwellen genannt werden. Die Pfetten, welche bei größerer Sparrenlänge, als bei nebenstehenden Figuren, zwischen Firstpfette und Sattelschwelle zu liegen kommen, heißen Zwischenpfetten. Während die ältere Konstruktion, Fig. 260, sich vorzugsweise für steile Dächer eignet, deren Sparren unten in Balken eingezapft sind, eignet sich die Anlage von Pfetten ganz besonders für Dächer mit sogenannten Kniewänden oder Kniestöcken, Fig. 263.

Hat die Firstpfette außer den Endunterstützungen auf Giebelmauern noch eine oder mehrere Zwischenunterstützungen, je nach der Länge des Daches, nötig, so entsteht der Bund, Binder, Dachbinder. Dieser ist in der einfachsten Weise bei Fig. 261 bloß aus einem Pfosten, Bundpfosten, mit zwei Bügen gebildet, während er bei Fig. 262 aus zwei Streben und bei Fig. 263 aus diesen nebst vier Bügen und zwei Zangen zur Feststellung der Sattelschwellen besteht. Die Entfernung der Binder von einander beträgt ca. 3 m; wird jedoch die Firstpfette, wie bei Fig. 261 und 263 noch durch Büge oder Kopfbänder gestützt, so kann man die Binder auf 5 m entfernt anordnen. Bei Fig. 261 hat der Balken, beziehungsweise eine darunter befindliche Stütze, den Druck des Bundpfostens aufzunehmen, wogegen der von der Firstpfette ausgeübte Druck bei

Fig. 262—263 durch die Streben auf die Umfassungs-Wände oder -Mauern übertragen wird, wodurch letztere an den Binderstellen eine größere Belastung erfahren, während bei der älteren Konstruktion, Fig. 259—260, das Gewicht des Daches ziemlich gleichmäßig auf die Außenmauern verteilt wird. Das einfachste Bild des stehenden Dachstuhles zeigt Fig. 261, das des liegenden Fig. 262 und 263.

Fig. 261.

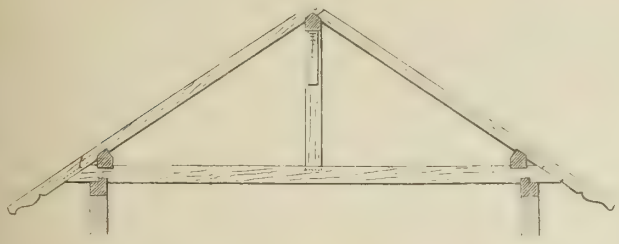


Fig. 262.

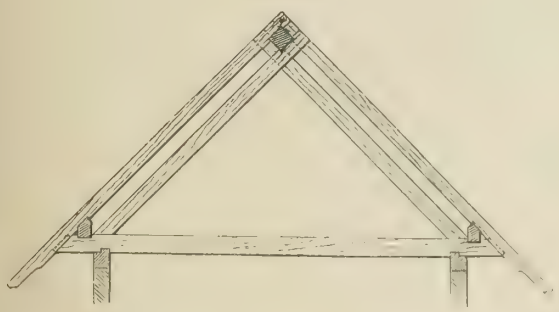
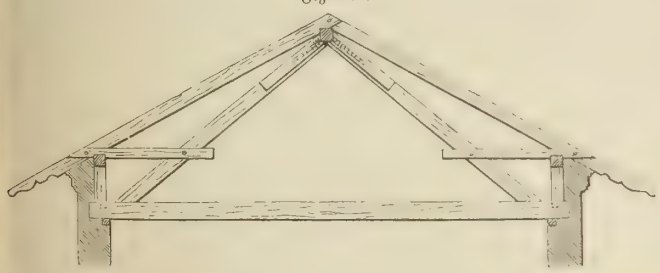


Fig. 263.



Weitere Beispiele stehender Dachstühle sind auf Taf. 21 verzeichnet, und zwar in Fig. 2—3 mit je einer Zwischenpfette und in Fig. 1 mit je zwei solcher zwischen First und Dachfuß. Ebenso enthalten die Taf. 22—24 Beispiele von liegenden Dachstühlen, und zwar Taf. 22 von älterer, Taf. 23—24 von neuerer Konstruktion und unter Anordnung von Kniestöcken.

Auf die auf Taf. 21—24 verzeichneten Konstruktionen des stehenden und liegenden Dachstuhles werden wir später wieder zurückkommen, und beabsichtigen wir die in der Praxis so häufig vorkommenden Dachstühle nur so weit zu überblicken, als dies zum Verständnis der nun folgenden Verbindungen der einzelnen Konstruktionsteile derselben erforderlich ist.

Diese Verbindungen zerfallen in 3 Gruppen, und zwar in solche

a) am Dachfuße,
b) an der Dachfirst und
c) an der Pfette.

a) Verbindungen am Dachfuße.

Betrachten wir zunächst den Fall, bei welchem die Sparren in die betreffenden Deckebalken mittels der bekannten Verbindungen der Verzapfung, oder Versatzung und Verzapfung eingesetzt sind, Fig. 257—260. Hierauf, beziehen sich die Fig. 264—267. Nachdem die Gespärre aufgerichtet sind, ist noch eine Vorkehrung zu treffen zum Ableiten des Regenwassers über den Gesimsrand des Gebäudes, welche darin besteht, daß man auf die Sparren sogenannte Aufschieblinge a nagelt, wodurch eine Dachfläche von ca. 1—2 m Breite und von geringerer Neigung als die des Daches gebildet wird, welche obigen Zweck erfüllt. Beide Dachflächen schneiden sich nach einer Linie, welche man den Leistbruch nennt, welcher wegen seiner schweren Dichtung mit Ziegeln daher für die Dauer dieser Dächer von Nachteil ist. Werden die Balken

Fig. 264.

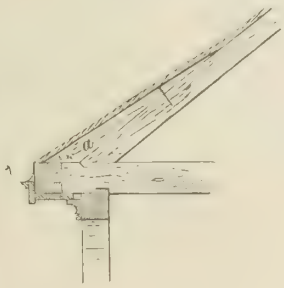


Fig. 265.

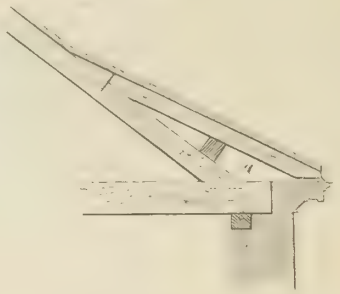


Fig. 266.

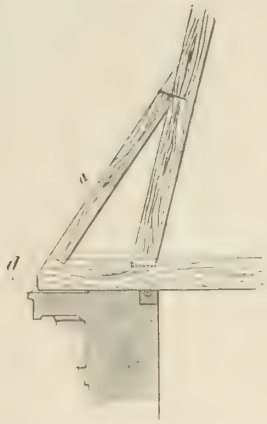


Fig. 266a

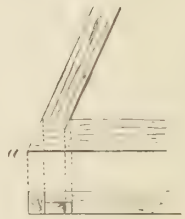
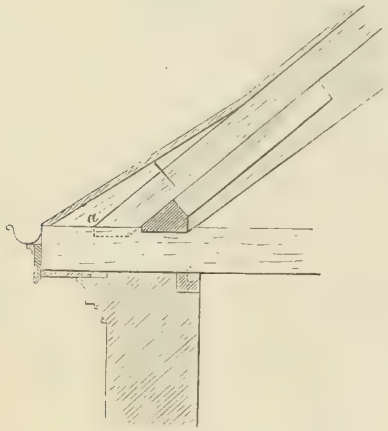


Fig. 266a nach der Dachrichtung „dachrecht“ abgeschnitten und die äußere Wandfläche ca. 15—20 cm hinter den Punkt a zurückgesetzt, so können die Aufschieblinge umgangen werden; eine Konstruktion, welche nur bei untergeordneten Gebäuden, Remisen u. dgl. ausgeführt wird.

Die angedeuteten Gesimse dürfen ohne weitere Erklärung verstanden werden.

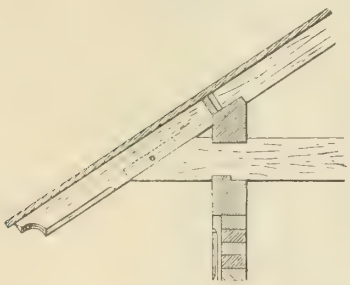
Fig. 267 stellt den Dachfuß Taf. 22, Fig. 1, dar mit Aufschiebling, Sparren und Strebe, welche letztere nebst

Fig. 267.



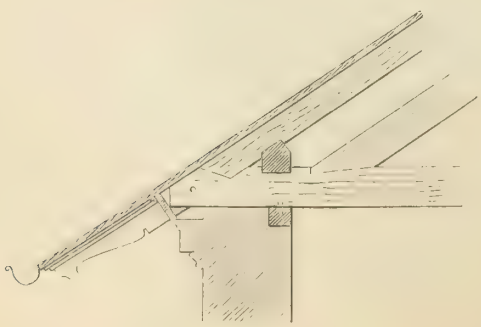
den sie absteifenden beiden Bügen sich in die Sattelschwelle einzapfen, die den Zweck hat, den Druck der Dachbinder auf den Balken, beziehungsweise auf der Mauer, gleichmäßig zu verteilen.

Fig. 268.



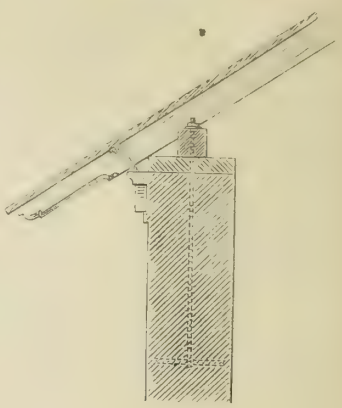
Werden die Sparren nicht in die Balken eingesetzt, sondern behufs der Gesimsbildung über die Mauer verlängert, so entstehen Konstruktionen nach den Fig. 268 bis 270.

Fig. 269.



Dabei werden die Sparren auf die Sattelschwelle aufgekämmt, Fig. 268—269, oder aufgesattelt, Fig. 270, und außerdem mit 12 cm langen Nägeln, „Leistnägeln“, befestigt. Außerdem können sie mit den Balken verzapft, Fig. 268, oder schwalbenschwanzförmig verblattet werden, Fig. 269. Bei letzterer Figur ist auch der Strebefuß des Dachbinders angedeutet. Ist es nicht möglich, der Sattelschwelle eine feste Lage auf dem Gebälke zu verschaffen, so wird sie auf die mittels Platten abgeglichene Mauer gelegt und mit ca. 1,20 bis 1,50 m langen Ankern gefaßt, welche 2,0 bis 3,0 m entfernt angeordnet werden.

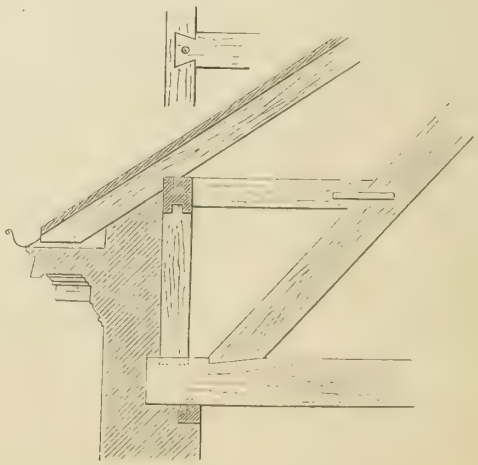
Fig. 270.



Bei Kniewänden ist die Sattelschwelle auf kurzen Pfosten, „Kniewandpfosten“, aufzuzapfen, welche selbst wieder in die betreffenden Buntbalken eingezapft sind. Die Entfernung der Kniewandpfosten richtet sich nach der Entfernung der Dachbinder, mit welchen sie im Zusammenhange stehen, und außerdem werden sie an den Wiederkehren der Sattelschwellen angeordnet.

Obschon diese Pfosten meistens eingemauert werden, so ist doch zur Erhaltung der unverschiebbaren Lage der Sattelschwelle eine Verbindung derselben mit der Strebe oder einem Pfosten des Dachbinders nötig, welche durch

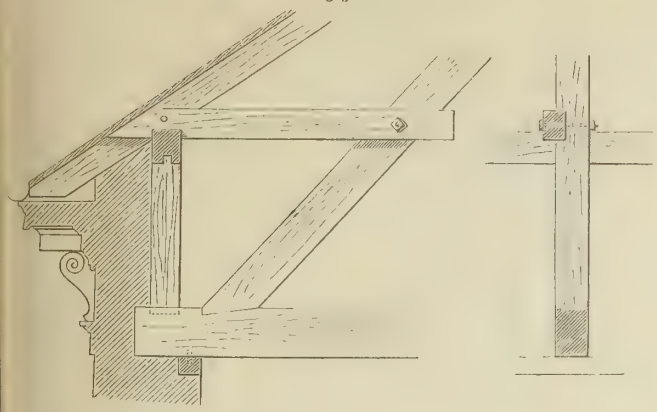
Fig. 271



ein Holzstück, „Zange“ genannt, Fig. 271 und 272, erzielt wird. Diese Zange kann nun entweder nach Fig. 271 mit der Sattelschwelle schwalbenschwanzförmig verblattet und mit der Strebe durch eine eiserne Klammer verbunden werden, oder besser, sie wird nach Fig. 272 auf die Sattel-

schwelle aufgekämmt, in den Sparren und die Strebe etwas eingelassen und mit denselben durch Nägel oder — solider — durch Schraubenbolzen verbunden. Noch vorteilhafter

Fig. 272.



wird es sein, wenn die Zange verdoppelt, oder zu beiden Seiten der Strebe und des Bundsparrens angebracht wird.

b) Verbindungen an der Dachfirst.

Die Annahme einer Firstpfette hat nicht allein den Vorteil, die oberen, durch den bekannten Scherzapfen verbundenen, Sparrenenden zu unterstützen, wodurch eine genaue Firstlinie auf die Dauer erhalten werden kann, sondern sie erleichtert auch die Anbringung eines Blitzableiters, Firstkammes u. dgl. In den Fig. 273—277 ist die Firstpfette nebst ihrer Unterstützung dargestellt. Die Firstpfette, auf welcher die Sparren aufgesattelt und aufgenagelt sind, Fig. 273, ist hier durch eingezapfte Bundpfosten und Büge unterstützt, welche Konstruktion wir bei dem stehenden Dachstuhle Fig. 261 bereits angedeutet haben. Anstatt des Bundpfostens ist in Fig. 274 eine Hängsäule angenommen, welche durch Streben mit Versatzungen und Zapfen versehen abgesprengt ist. Durch Abdachung der Firstpfette ist den Sparren das Abgleiten nicht so leicht möglich, im Falle die Nägel mit der Zeit ihren Dienst versagen sollten. Auch hier sind Büge gedacht, welche von beiden Seiten der Hängsäule ausgehen und zur Unterstützung der Pfette dienen.

Wenn das Dach, wie in Fig. 262, ein Winkeldach ist und die Firstpfette abgesprengt werden soll, dann giebt man ihr zweckmäßig einen quadraten Querschnitt und eine solche Lage, daß ihre Seiten paarweise parallel laufen mit den sie einschließenden Streben und Sparren. Die Pfette ist fest eingespannt und gegen Drehung gesichert, indem sie in die Streben und Sparren ca. 3 cm tief eingelassen ist, welche unter sich verblattet und verschraubt sind, wie dies Fig. 275 zeigt. Ist der Winkel, den die Dachflächen an der First bilden, ein stumpfer, Fig. 276, dann wird der Firstpfette die gewöhnliche Lage gegeben. Endlich sind die an der First zusammenlaufenden Hölzer der liegenden Dachstühle, Fig. 1—2, Taf. 24, in Fig. 277 deutlicher dargestellt mit dem Bemerken, daß die Streben ca. 4 cm in die Pfette eingreifen und unter derselben stumpf aneinander stoßen.

Fig. 273.

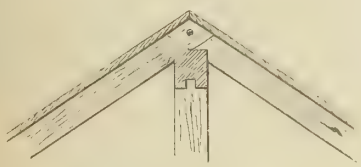


Fig. 274.

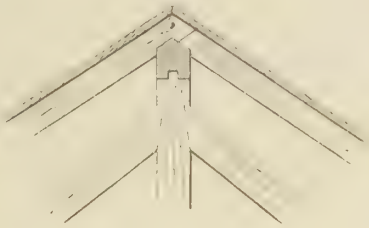
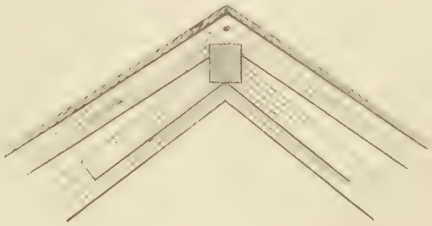


Fig. 275.

Fig. 276.

Fig. 277.



c) Verbindungen an der Pfette.

Diese Verbände sind die mannigfaltigsten bei den Dachkonstruktionen, je nachdem der Dachstuhl ein stehender oder liegender ist, mit oder ohne Zwischengebälk, „Kehlgebälk“; ferner ob das Dachgebälk unterstützt ist, oder durch den Dachstuhl getragen werden muß. Außer dem Bundsparren sind bei der Pfette zu verbinden die stützenden Verbandstücke, als: Pfosten, Strebe, Hängsäule und Büge, sowie die verspannenden, zu welchen der Spannriegel,

„Brustriegel", und die Zange gerechnet werden. Letztere haben den Zweck, die gegenüberliegenden Pfetten nicht nur auseinander zu halten oder zu verspannen, sondern auch zu verbinden, und hauptsächlich zum Querverband des Dachbinders beizutragen.

Verbindungen an der Pfette des stehenden Dachstuhles sind in den Fig. 278—288 angegeben. Wird ein Kehlgebälk zur Bildung von Kammern erforderlich, so können die Kehlbalken zur Unterstützung der Sparren benützt werden, Fig. 278, während die Pfette unter dieses Gebälk gelegt und von Bundpfosten und Bügen getragen wird. Während hier die Kehlbalken zur Verspannung der gegenüberliegenden Pfetten dienen, übernimmt in Fig. 279 der Spannriegel diese Funktion, welcher die Pfette aufnimmt und den Bundsparren sicher faßt. Die Unterstützung der Pfette findet wieder durch Bundpfosten und Büge statt.

Fig. 278.

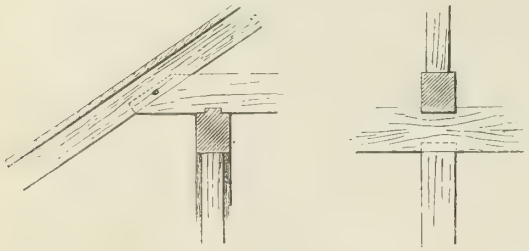


Fig. 279.

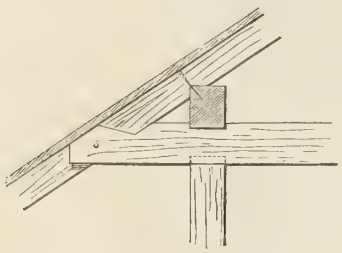
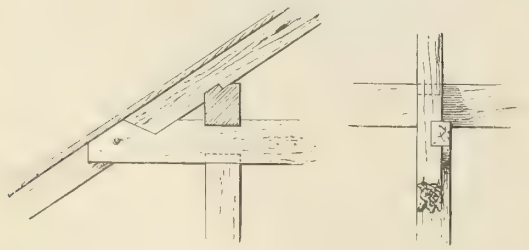


Fig. 280 mit Seitenansicht von außen zeigt nur eine kleine Abänderung der Fig. 279, welche darin besteht, daß

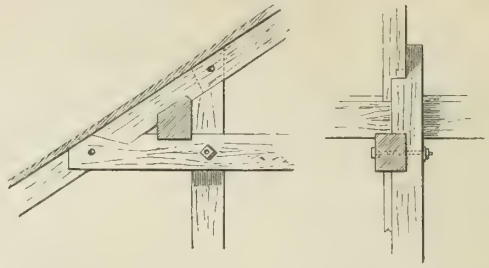
Fig. 280.



der Sparren auf die Pfette aufgekämmt anstatt aufgesattelt ist.

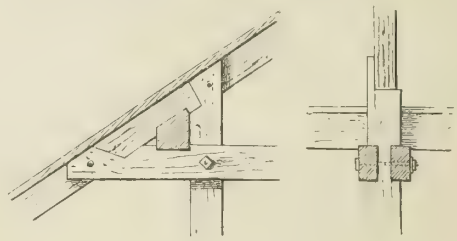
Bei Fig. 281 liegen Bundpfosten und Spannriegel nicht in einer Ebene, wodurch der Bundsparren anstatt nur an einer, Fig. 279 und 280, an zwei Seiten durch Pfosten und Spannriegel gefaßt wird, zwischen welchen die Pfette unstreitig sehr fest eingespannt ist. Noch besser anstatt des Spannriegels ist die Anordnung einer Zange, Fig. 282, welche den Bundpfosten umschließt und den Sparren festhält, welcher außerdem auch noch vom Pfosten gefaßt wird.

Fig. 281.



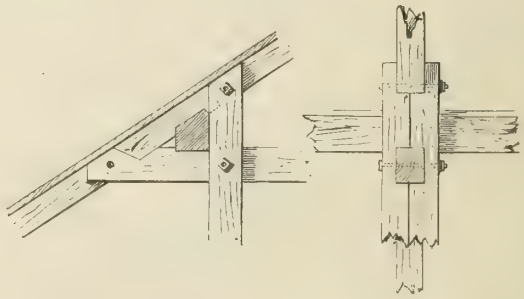
In dem festen, von Zange, Pfosten und Sparren gebildeten Dreiecke hat die Pfette eine äußerst gesicherte Lage.

Fig. 282.



Während hier das horizontale Verbandstück die Zange, Sparren und Pfosten umschließt, werden in Fig. 283

Fig. 283.



Sparren und Spannriegel vom vertikalen Verbandstücke, dem verdoppelten Bundpfosten, umschlossen, wodurch ebenfalls eine sehr solide Verbindung entsteht.

Die Verbände Fig. 284—285 erfordern wie bei Fig. 278 ein Kehlgebälk zur Sparrenunterstützung. Anstatt jedoch den Bundpfosten einfach wie in Fig. 278 unter die Pfette zu setzen, ist derselbe hier bis zum Bundsparren verlängert, um demselben eine weitere Unterstützung zu geben und zugleich eine feste Verknüpfung mit dem Kehlbalken — der hier als Spannriegel auftritt — zu bewirken. Die Pfette liegt nur teilweise auf dem Pfosten, mit dem sie verschränkt ist, und ist nicht so fest und sicher unterstützt, wie bei Fig. 278, weshalb letzterer Verbindung der Ein-

fachheit wegen der Vorzug zukommen dürfte. Wenn beim stehenden Dachstuhle eine Firstpfette vorkommt, deren Gewicht durch ein Strebenpaar nach den Bundpfosten übertragen wird, so entstehen Verbindungen, wie sie auf Fig. 286—288 dargestellt sind, die nach Vorhergehendem keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Fig. 284.

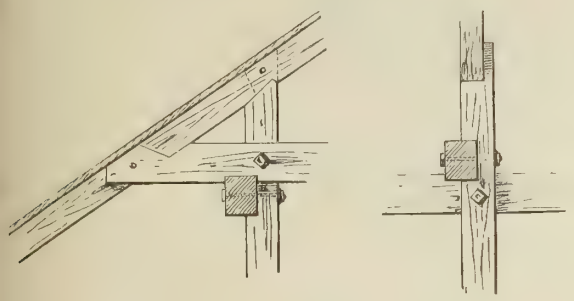


Fig. 285.

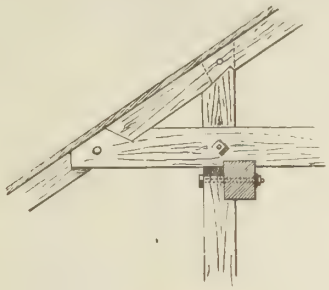


Fig. 286.

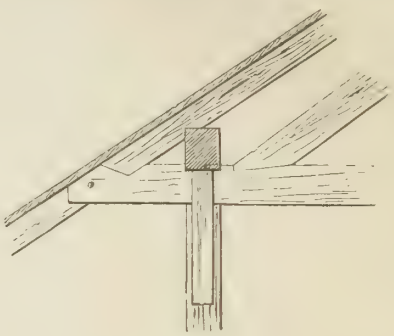


Fig. 287.

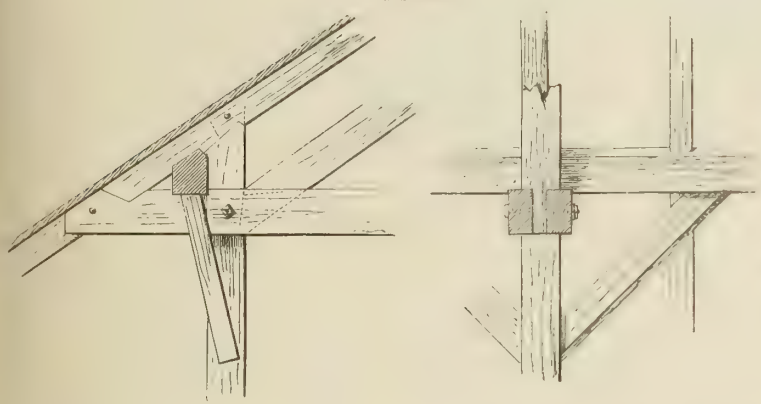
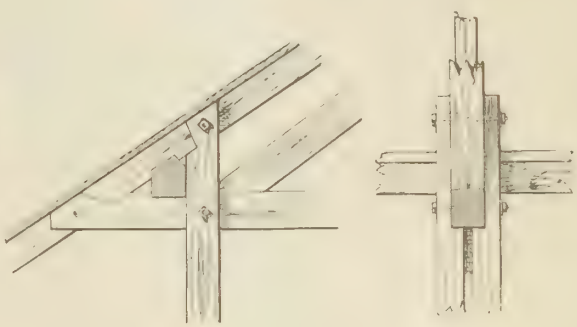
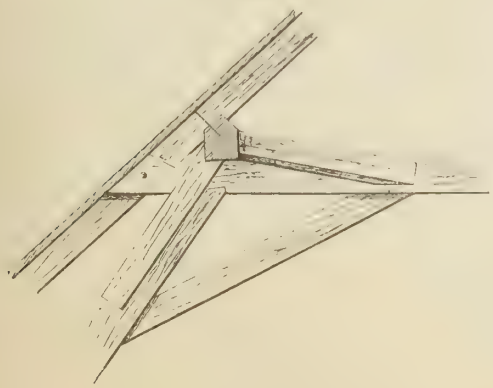


Fig. 288.



Die gewöhnlichste Verbindung der Pfette mit Bundsparren und Spannriegel, sowie die des letzteren mit der

Fig. 289.



Strebe — des liegenden Dachstuhles — nebst der Anordnung der Büge ist in Fig. 289 dargestellt. Der Strebebug, zwischen Strebe und Spannriegel, stellt den Dreiecksverband zu beiden Seiten des Dachbinders her und verhindert die Formänderung des Paralleltrapezes, welches die Streben mit dem Bundbalken und dem Spannriegel bilden; während die beiderseits von der Strebe und dem Spannriegel ausgehenden Büge den Zweck haben, Pressungen auf die Bundhölzer zu überführen, welche auf die Dachfläche, beziehungsweise auf die Pfette, wirken.

Wird der Dreiecksverband oberhalb des Spannriegels durch Verlängerung der Strebe bis zum Bundsparren hergestellt, Fig. 290—291, so wird die Verbügung zwischen Strebe und Spannriegel, Fig. 289, entbehrlich. Die in Fig. 290 dargestellte Form der Pfette ist die weniger gekünstelte, daher zweckmäßigere. Besser wird die Anordnung einer Zange anstatt eines Spannriegels sein.

Fig. 292 zeigt die Verbindung bei der Zwischenpfette ähnlich wie bei Fig. 3, Taf. 24, welche keine weitere Erklärung bedarf, indem der Unterschied nur darin besteht, daß hier, sowie auch in Fig. 293 Sparren und Strebe parallel laufen, während dort durch Annahme einer Kniewand dies nicht der Fall ist.

Eine Verbindung bei der Pfette des liegenden Dachstuhles älterer Konstruktionen, Fig. 1, Taf. 22, ist in Fig. 294 dargestellt, welcher die Verbindung am Dachfuße Fig. 267 entspricht. Die Strebe ist der vielen Verbin-

Fig. 290.

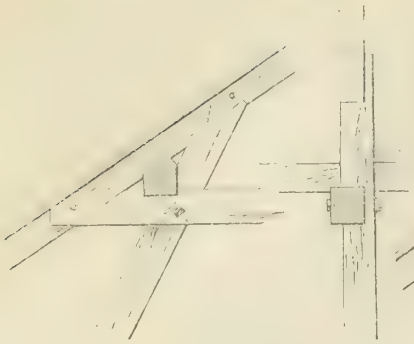


Fig. 291.

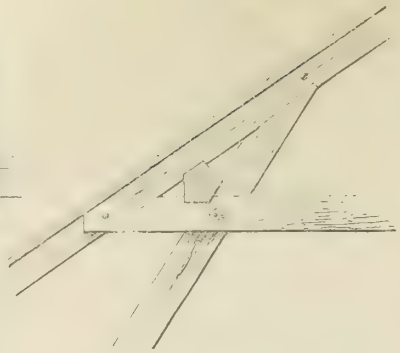


Fig. 292.

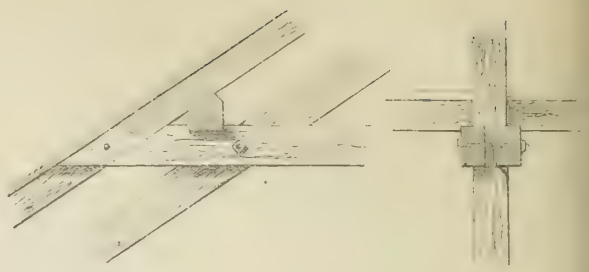


Fig. 293.

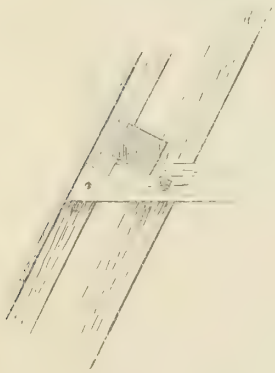


Fig. 294.

Fig. 295.

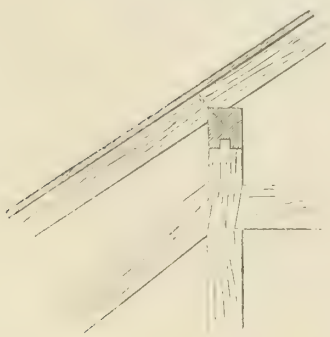


Fig. 296.

Fig. 297.

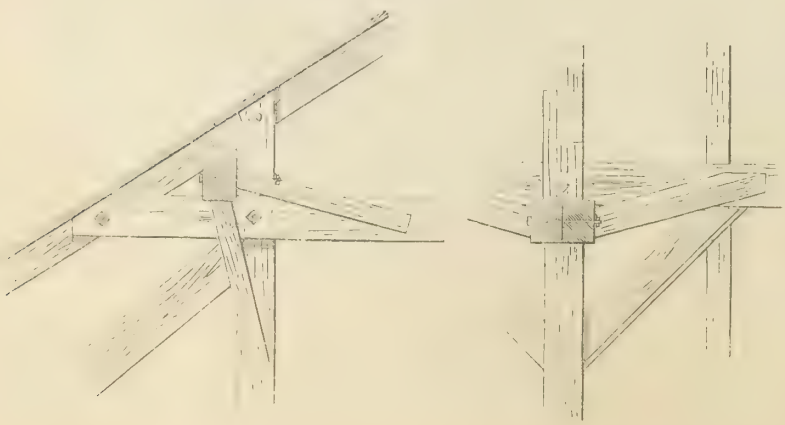
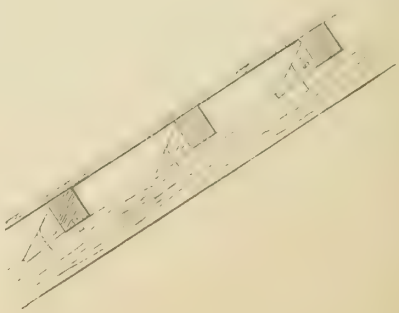


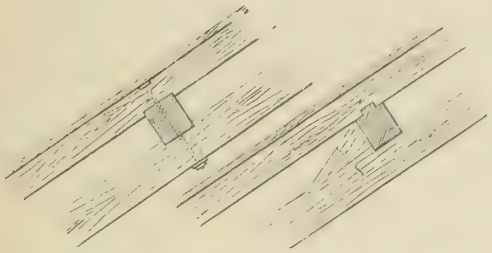
Fig. 298.



dungen wegen und weil die Pfette mit ihrer ganzen Stärke in sie eingesetzt und mit ihr verzapft wird, oben stärker als unten angenommen. In den Strebekopf setzt sich nicht allein der Spannriegel, sondern auch der Kehlbalken nebst der Pfette ein, auf welcher sämtliche Kehlbalken aufgekämmt sind. Der Bundsparren, sowie die übrigen Sparren ruhen nicht allein auf den Kehlbalken, mit denen sie verzapft sind, sondern auch auf der Pfette, die ihrerseits zwischen den Bindern durch Büge gestützt wird, auf welchen, sowie auch auf denen am Fußende, Fig. 267, die zunächst liegenden Sparren noch ein weiteres Auflager finden.

Bildet der Dachstuhl den doppelten Hängbock, dann wird die Pfette auf die Hängsäule aufgezapft, welche durch Streben und Spannriegel abgesprengt wird, Fig. 295. Weit solidere Verbindungen sind in den Fig. 296—297 dargestellt, insbesondere bezüglich des Querverbandes und der

Fig. 299.



gesicherten Lage der Pfette, wodurch sich Fig. 297 besonders auszeichnet.

Bisher haben wir blos Verbindungen von Dachkonstruktionen mit steigenden oder stehenden Sparren betrachtet; sollen letztere dagegen eine horizontale Lage wie die Pfetten erhalten, wie dies der italienische Dachstuhl zeigt, dann werden sie durch Streben unterstützt, auf denen sie gegen das Abgleiten gesichert werden müssen, und zwar bei sehr flachen Dächern durch das Aufdollen und bei steileren durch letztere Verbindung und außerdem durch Anbringung von sogenannten Knaggen, Fig. 298, welche in die Strebe eingelassen und aufgenagelt werden. Ein solches Dach, bei welchem die liegenden Sparren die Lattung oder Schalung aufnehmen und ca. 1 m voneinander entfernt gelegt werden, heißt Pfettendach. Mitunter werden auf die Pfetten, welche dann eine Entfernung von 2—3 m voneinander erhalten, steigende Sparren gelegt, worauf sie nach Fig. 299 mit Sparren und Strebe verbunden werden.

§ 4

Berechnung der Dachkonstruktionen und Bestimmung der Balkenstärken bei Balkenlagen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, die nicht umgangen werden können, wenn bei den im folgenden § 5 aufgeführten Beispielen von Dachkonstruktionen stets die Berechnung angegeben ist, haben wir vorgezogen, in thunlichster Kürze die Berechnung der Dachkonstruktionen vorauszuschicken und damit die Bestimmung der Balkenstärken bei Balkenlagen zu verbinden. Die Bearbeitung vorstehenden Paragraphens hat mein College Prof. Warth übernommen, welcher seit einer Reihe von Jahren die Berechnung der Hochbaukonstruktionen an hiesiger Bauschule mit sehr gutem Erfolge vorträgt.

A. Allgemeines.

Bei Beanspruchung der zu den Hochbaukonstruktionen verwendeten Hölzer sind folgende Fälle zu unterscheiden.

Fig. 300.

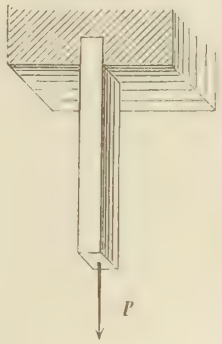


Fig. 301.

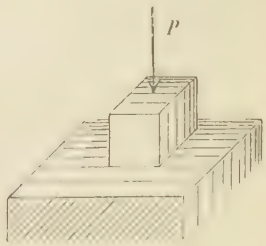


Fig. 302.

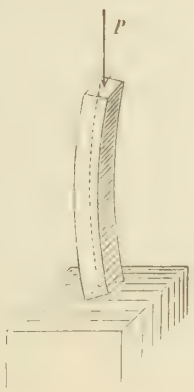


Fig. 303.

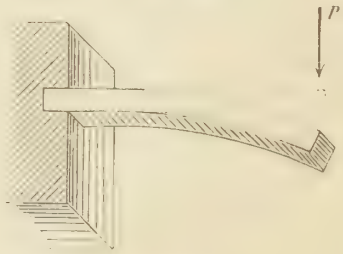
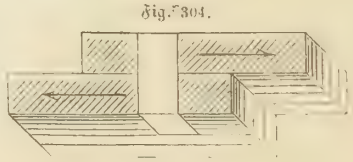


Fig. 304.



Die Beanspruchung erfolgt:

1) durch Kräfte in der Richtung des Stabes, auf Verlängerung wirkend — Zugfestigkeit oder absolute Festigkeit: Fig. 300;

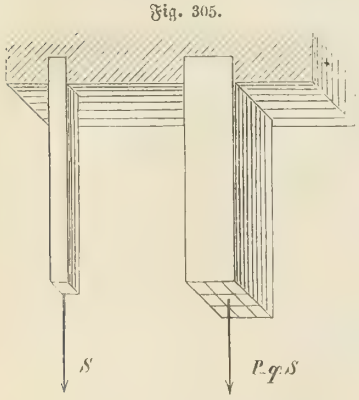
2) durch Kräfte, in der Richtung des Stabes auf Verkürzung wirkend, — rückwirkende Festigkeit, wobei jedoch zu unterscheiden:
   a. der Stab besitzt eine geringe Längenausdehnung, so daß derselbe durch die einwirkenden Kräfte zerdrückt wird — Druckfestigkeit: Fig. 301;
   b. der Stab besitzt im Verhältnis zu seinem Querschnitt eine bedeutende Längenausdehnung, so daß erst ein Biegen und dann ein Zerknicken stattfindet — Zerknickungs- oder Strebefestigkeit: Fig. 302;
3) durch Kräfte, welche senkrecht zur Stabachse gerichtet sind — Biegungs- oder relative Festigkeit: Fig. 303;
4) durch Kräfte, welche den Stab zu trennen suchen, auf Abscherung wirkend — Scherfestigkeit: Fig. 304.

Es folgen nun die Formeln zur Berechnung dieser verschiedenen Beanspruchungen, welche in „Breymann, Eisenkonstruktionen des Hochbaues", III. Band, ausführlich entwickelt sind.

1) Zug-, Druck- und Scherfestigkeit.

Die Versuche haben ergeben, daß die Zug-, Druck- und Scherfestigkeit sich verhalten wie die beanspruchten Querschnitte, d. h. wenn ein Stab von 1 □cm Querschnitt eine Last S zu tragen im stande ist, dann trägt ein Stab von 2 □cm Querschnitt 2 S und von q □cm Querschnitt = q S, somit

Fig. 305.



$$P = q\,S \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

worin bedeutet:

P = Gesamtlast in kg,
q = Stabquerschnitt in □cm,
S = die für die Praxis zulässige Beanspruchung in kg pro □cm.

Diese für die Praxis zulässige Belastung ist durch Versuche zu ermitteln, und wird hierfür durchschnittlich $^1/_{10}$ derjenigen Belastung berechnet, welche hinreichend ist, um bei einem Stabe von 1 □cm Querschnitt den Bruch herbeizuführen. Die letztere Belastung bezeichnet man als Bruchfestigkeit B.

In der folgenden Tabelle sind für die gebräuchlichen Holzsorten die Koëffizienten für Bruchfestigkeit und zulässige Beanspruchung in Mittelwerten in kg pro □cm angegeben (∥ parallel der Faser).

Material.	Bruchfestigkeit.		Zulässige Beanspruchung S		
	Zug.	Druck.	Zug.	Druck.	Abscherung.
Eichenholz ∥	1000	660	100	70	7
Kiefernholz ∥	900	600	90	66	4
Fichtenholz ∥	800	450	80	45	4
Tannenholz ∥	970	480	90	48	4

Ist Belastung P gegeben, so wird der notwendige Querschnitt:

$$q = \frac{P}{S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

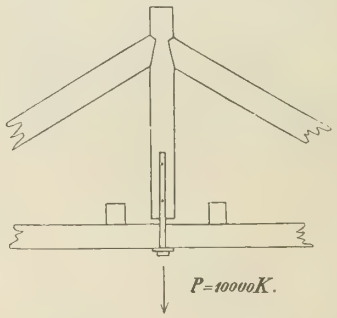
1. Beispiel. Ein Balken (Hängsäule) in Kiefernholz werde durch 10000 kg auf Zug beansprucht; wie groß muß dessen Querschnitt sein?

Es ist:

$$P = 10000,\ q = ? \qquad S = 90$$

$$q = \frac{10000}{90} = 111\ \square\text{cm}.$$

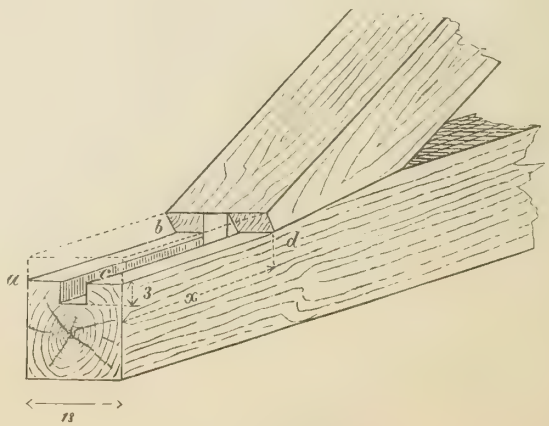
Fig. 306.



Würde dagegen der Balken (Pfosten) mit 10000 kg auf Druck beansprucht, so müßte dessen Querschnitt sein: [S = 66]

$$q = \frac{10000}{66} = \sim 150\ \square\text{cm}.$$

Fig. 307.



2. Eine Strebe sei mittels Versatzung in einem Balken eingesetzt und übertrage einen Horizontalschub von 6000 kg.

Die Breite der Hölzer betrage 18 cm. Wie weit ist die Versatzung vom Ende des Balkens anzuordnen?

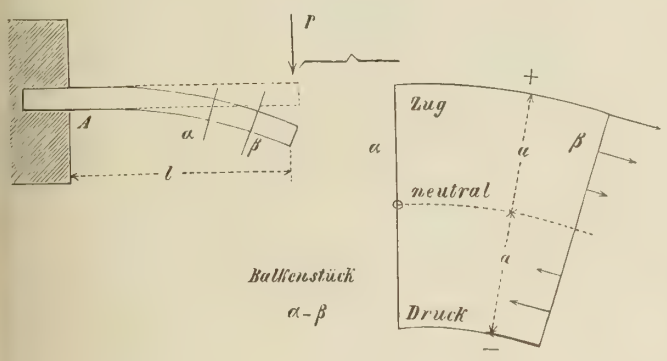
Die Strebe sucht mit 6000 kg den vor der Versatzung liegenden Teil a b c d des Balkens nach der Fläche c d „abzuschieben". Bezeichnen wir die Länge c d = x, die Breite = 18 cm, so ist die entstehende Trennungsfläche = 18 x + 6 x und somit (Formel 2)

$$P = 6000,$$
$$q = 18x + 2 \cdot 3x = 24x,$$
$$S = 4 \text{ (Kiefernholz)},$$
$$24x = \frac{600}{4},\ x = \sim 63 \text{ cm}.$$

2) Biegungsfestigkeit.

Wird ein an einem Ende fest eingespannter Balken (Freiträger) am freien Ende durch eine Last P beansprucht, so wird eine Biegung des Balkens eintreten, welche um so

Fig. 308.



größer sein wird, je größer die freie Länge des Balkens und je größer die Belastung. Die größte Beanspruchung tritt an der Befestigungsstelle A ein, da für diesen Punkt der Hebelsarm am größten wird. Dieses „Moment" bezeichnet man als das „Maximal-Biegungsmoment der äußeren Kräfte" = M_{max}, und ist

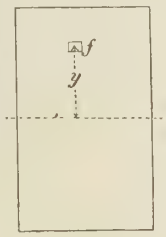
$$M_{max} = P \cdot l.$$

Bei eintretender Biegung erfahren nun die einzelnen Fasern des Balkens eine Längenänderung, so zwar, daß die oberhalb liegenden Fasern gezogen, „verlängert", die unten liegenden zusammengedrückt, „verkürzt" werden. Der Uebergang aus der Zugspannung in die Druckspannung muß durch Null gehen, d. h. es muß irgendwo eine Faserschichte liegen, die weder gezogen noch gedrückt wird, und welche die „neutrale Faserschichte" heißt. Bei rechteckigem, wie überhaupt bei symmetrischem Querschnitte liegt diese Faserschichte in der Mitte.

Die Zug- und Druckspannungen in den einzelnen Faserschichten wachsen proportional der Entfernung von der neutralen Schichte, so daß die äußersten Faserschichten die größten Beanspruchungen erfahren. Diese „einzelnen Faserspannungen" bilden mit dem Hebelsarme, je gleich der Entfernung von der neutralen Schichte, „die Momente der inneren Kräfte", und ist zur Gleichgewichtsbedingung notwendig, daß die Summe der Momente der inneren Kräfte gleich sei dem Momente der äußeren Kräfte. Mit dem Wachsen der Momente der äußeren Kräfte wachsen auch die Zug- und Druckspannungen der Fasern, und wenn endlich die Festigkeit derselben überwunden wird, bricht der Stab.

Man versteht nun unter:

Fig. 309.



T = Trägheitsmoment, die Summe der Produkte der einzelnen Flächenelemente f des Querschnittes mit dem Quadrate der Entfernung y derselben von der neutralen Achse, d. h. $T = \Sigma (y^2 f)$. Bezeichnen wir ferner mit a die Entfernung der meist gezogenen oder gedrückten Faser von der neutralen Schichte, so ist

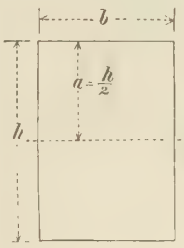
$$\frac{T}{a} = W = \text{dem Widerstandsmomente des Querschnittes.}$$

Es besteht nun zwischen dem Momente M der äußeren Kräfte und dem Widerstandsmomente W die Beziehung:

$$W = \frac{M}{S}, \qquad M = WS \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

in welcher Gleichung S die zulässige Beanspruchung pro □cm für Zug oder Druck bedeutet, und zwar ist stets der kleinere dieser beiden Werte in Rechnung zu stellen.

Fig. 310.



Die zu Hochbaukonstruktionen verwendeten Hölzer haben ausschließlich rechteckigen oder quadratischen Querschnitt, und ist für das Rechteck (b = Breite, h = Höhe)

$$T = \frac{b h^3}{12},$$

$$W = \frac{T}{a} = \frac{T}{\frac{h}{2}} = \frac{b h^2}{6} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

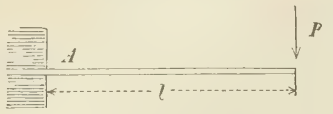
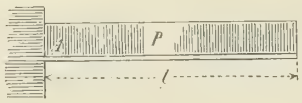
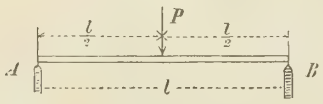
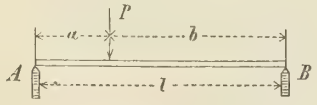
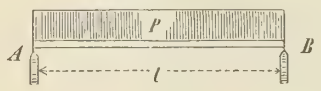
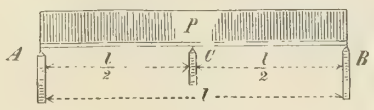
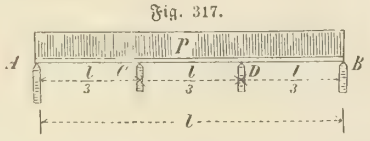
für das Quadrat (b = h)

$$W = \frac{b^3}{6} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Wenn die Maximalbiegungsmomente M für die äußeren Kräfte bekannt sind, so können die Dimensionen b und h der Balkenquerschnitte mit Hilfe von Formel (3) leicht berechnet werden.

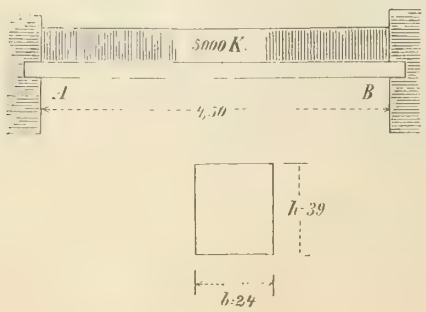
In der folgenden Querschnittstafel sind die Biegungsmomente M für die verschiedenen Beanspruchungen, und hieraus nach Formel (3) die Widerstandsmomente, sowie die Auflagerbelastungen — „Auflagerreaktionen" — angegeben.

Querschnittstafel.

Beanspruchung.	Maximalbiegungsmom. M.	Widerstandsmoment W.	Stützenreaktionen.	
Fig. 311. 	$M = P \cdot l$	$W = \frac{P \cdot l}{S}$	$A = P$	(6)
Fig. 312. 	$M = \frac{P \cdot l}{2}$	$W = \frac{P \cdot l}{2S}$	$A = P$	(7)
Fig. 313. 	$M = \frac{P \cdot l}{4}$	$W = \frac{P \cdot l}{4S}$	$A = B = \frac{P}{2}$	(8)
Fig. 314. 	$M = \frac{P \cdot a \cdot b}{l}$	$W = \frac{P \cdot a \cdot b}{lS}$	$A = \frac{P \cdot b}{l}$ $B = \frac{P \cdot a}{l}$	(9)
Fig. 315. 	$M = \frac{P \cdot l}{8}$	$W = \frac{P \cdot l}{8S}$	$A = B = \frac{P}{2}$	(10)
Fig. 316. 	$M = \frac{P \cdot l}{16}$	$W = \frac{P \cdot l}{16S}$	$A = \frac{3}{16} P$ $B = \frac{3}{16} P$ $C = \frac{5}{8} P$	(11)
Fig. 317. 	$M = \frac{P \cdot l}{90}$	$W = \frac{P \cdot l}{90S}$	$A = B = \frac{4}{30} P$ $C = D = \frac{11}{30} P$	(12)

Anmerkung. Da die zulässige Beanspruchung S in obigen Formeln sich auf □cm bezieht, so ist auch die Balkenlänge l in cm einzusetzen.

Fig. 318.



Beispiel 3. Ein tannener Balken von 4,50 m Länge werde durch eine gleichmäßig verteilte Belastung von 5000 kg beansprucht. Es sind die Querschnittsdimensionen b und h des Balkens zu bestimmen?

Es ist: $P = 5000$ kg,
$l = 4{,}50$ m $= 450$ cm,
$S = 48$,
$W = \frac{b h^2}{6}$.

(Formel 10) $\frac{b h^2}{6} = \frac{5000 \cdot 450}{8 \cdot 48} = 5883.$

Man kann nun entweder die Dimensionen b und h in einem bestimmten Verhältnis annehmen, z. B.

$$b : h = 3 : 5,$$

$$b = \frac{3}{5}\,h,$$

somit

$$\frac{3 \cdot h^3}{5 \cdot 6} = 5883,$$

$$h^3 = 58\,830,$$

$$h = \sim 39 \text{ cm},$$

$$b = \frac{3}{5} \cdot h = 24 \text{ cm}.$$

Oder man kann eine Dimension annehmen und die andere darnach berechnen. Es sei z. B.

$$b = 21,$$

dann

$$\frac{21}{6} \cdot h^2 = 5883,$$

$$h^2 = 1681,$$

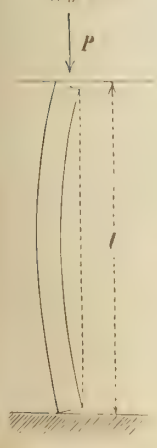
$$h = 51 \text{ cm}.$$

---

3) Zerknickungsfestigkeit.

Bei der Zerknickungsfestigkeit treten, wie bei der Biegungsfestigkeit, innere Zug- und Druckspannungen auf, und ist die Tragfähigkeit abhängig vom Materiale, der Stablänge l, dem Trägheitsmomente T des Querschnittes und der Befestigungsart des Fuß- und Kopfendes des Stabes. Bei den Holzkonstruktionen kann man allgemein annehmen, daß beide Stabenden nicht fest eingespannt sind, sondern frei aufstehen, jedoch so, daß bei etwaigen Einknickungen die Stabenden stets in der Stabachse geführt werden.

Fig. 319.



Unter diesen Voraussetzungen und bei Annahme einer 10fachen Sicherheit berechnet sich das Trägheitsmoment des Querschnittes nach der Formel

$$T = \frac{l^2 P}{120000} \quad (l = \text{Stablänge in cm}).$$

Da beim Rechteckquerschnitt nach Formel (4)

$$T = \frac{b\,h^3}{12},$$

so ist auch

$$\frac{b\,h^3}{12} = \frac{l^2 P}{120000},$$

$$b\,h^3 = \frac{l^2 P}{10000} \quad \ldots\ldots \quad (13)$$

Außer auf Zerknickung werden die Stäbe auch auf einfachen Druck beansprucht, und ist daher bei rückwirkender Festigkeit die Querschnittsberechnung stets auf Druck, nach Formel (2), und auf Zerknickung, nach Formel (13), vorzunehmen. Die größeren der sich ergebenden Werte sind für die Ausführung zu wählen.

Fig. 320.

Beispiel 4. Ein Pfosten von 2,00 m Höhe sei durch 6000 kg belastet, Fig. 320. Es ist der Querschnitt desselben zu berechnen?

a. Auf Druck, Formel (2):

$$q = b\,h,$$

$$P = 6000,$$

$$S = 48 \text{ (Tannenholz)},$$

$$b\,h = \frac{6000}{48} = 125 \,\square\text{cm},$$

$$b = 10, \text{ ergiebt } h = 12{,}5 \text{ cm}.$$

b. Auf Zerknickung, Formel (13):

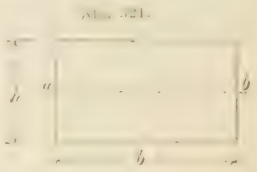
$$P = 6000,$$

$$l = 2{,}00 \text{ m} = 200 \text{ cm},$$

$$b\,h^3 = \frac{200^2 \cdot 6000}{10000} = 24\,000.$$

Wird ein Rechteckquerschnitt zu Grunde gelegt, so ist zu beachten, daß für das Rechteck 2 Trägheitsmomente — für die große und die kleine Achse des Querschnittes — vorhanden sind. Das Trägheitsmoment auf die große Achse a b, wobei die kleine Seite des Rechteckes als Höhe angenommen ist, ist offenbar das kleinere der beiden Trägheitsmomente, und da der Stab sich nach keiner Seite hin einknicken darf, so ist bei der Querschnittsberechnung die kleinere Seite des Rechteckes als Höhe h und die größere als Breite b einzuführen.

Fig. 321.



Verhalte sich nun $b : h = 5 : 3$, so ist

$$b = \frac{5\,h}{3}, \qquad \frac{5}{3}\,h^4 = 24\,000$$

$$h = 11 \text{ cm},$$

und

$$b = \frac{5}{3}\,h = 18 \text{ cm}.$$

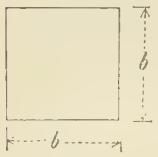
Auf Druckfestigkeit ergab sich ein Querschnitt $^{10}/_{12{,}5}$, auf Zerknickung dagegen sind notwendig $^{11}/_{18}$, mithin ist der Pfosten nach letzteren Dimensionen auszuführen, was eine Querschnittsfläche von $11 \times 18 = 198 \,\square$cm ergiebt.

Hätte der Pfosten einen quadratischen Querschnitt

b — h, so werden die beiden Trägheitsmomente einander gleich, und es ist

$$b^4 = h^4 = 24000,$$

Fig. 322.



$$b = h = 12{,}5 \text{ cm},$$

$$\text{Querschnitt} = 156 \square\text{cm},$$

somit 42 □cm weniger als bei dem oben gewählten Rechteckquerschnitte. Es geht hieraus hervor, daß bei den auf Zerknickungsfestigkeit beanspruchten Pfosten ein quadratischer Querschnitt zu wählen ist, da dieser gegenüber dem Rechteckquerschnitt bei gleicher Festigkeit eine bedeutende Materialersparnis aufweist.

Beispiel 5. Wäre der im vorigen Beispiel angenommene, mit 6000 kg beanspruchte Pfosten dagegen nur 1 m hoch, welche Abmessungen hätte derselbe zu erhalten?

a. Da bei Beanspruchung auf einfachen Druck die Höhe des Pfostens keinen Einfluß äußert, so ergiebt sich, wie oben, auf Druck ein Querschnitt von 125 □cm, oder

$$b = 10,\ h = 12{,}5.$$

b. Auf Zerknickung:

$$l = 1{,}00 \text{ m} = 100 \text{ cm},$$

$$b h^3 = \frac{100^2 . 6000}{10000} = 6000,$$

und somit bei quadratischem Querschnitte

$$b^4 = 6000, \qquad b = \sim 9 \text{ cm},$$

$$h = \sim 9 \text{ cm},$$

$$\text{Querschnittsfläche } 81 \square\text{cm}.$$

Da hingegen auf Druck 125 □cm notwendig werden, so sind die auf Zerknickung berechneten Dimensionen zu schwach, und sind somit in diesem Falle die auf Druckfestigkeit erhaltenen Maße $^{10}/_{12{,}5}$ cm zur Ausführung zu bringen.

---

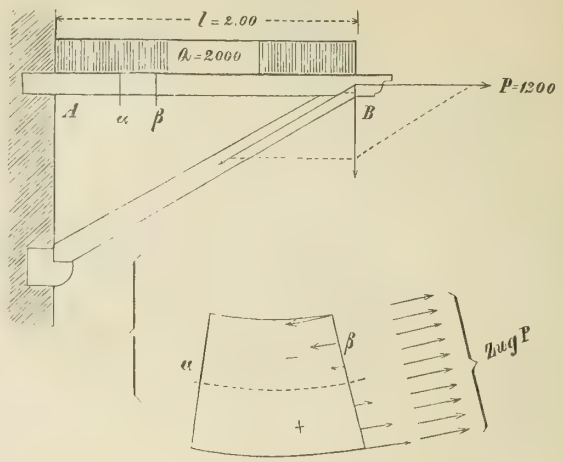
4) Combinirte Beanspruchung auf Biegung und Zug.

Ein durch eine gleichmäßig verteilte Belastung beanspruchter Freiträger werde am freien Ende durch eine Strebe unterstützt, Fig. 323. Die Belastung des Trägers überträgt sich auf die Stützpunkte A und B. Die Belastung im Punkte B zerlegt sich in 2 Seitenkräfte, und zwar in der Richtung der Strebe auf Druck, und in der Richtung des Trägers A B auf Zug. Diese letztere Spannung P beansprucht somit sämtliche Fasern des Balkenquerschnittes auf Zug, und muß daher der Querschnitt der Bedingung genügen, Formel (2)

$$q = \frac{P}{S}, \text{ und hieraus } S = \frac{P}{q}.$$

Durch die gleichmäßig verteilte Belastung Q dagegen wird ein Teil der Fasern des Balkenquerschnittes auf Zug (positive Beanspruchung) und ein Teil auf Druck (negative

Fig. 323.



Beanspruchung) beansprucht, und hat somit der Querschnitt auch der Bedingung zu genügen, Formel (3)

$$W = \frac{M}{S}, \text{ und hieraus } S = \frac{M}{W}.$$

Bezeichnen wir die eintretende Druckspannung mit S_1, welche wegen symmetrischen Querschnittes gleich groß der Zugspannung S wird, so ist auch

$$S_1 = -\frac{M}{W}.$$

Die in den Fasern auftretende totale Zugspannung ist mithin

$$S = \frac{M}{W} + \frac{P}{q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

und ebenso die totale Druckspannung

$$S_1 = -\frac{M}{W} + \frac{P}{q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Der Querschnitt ist demnach so zu wählen, daß die Spannungen S und S_1 das zulässige Maß nicht überschreiten.

Beispiel 6. Ein Träger von 2 m Länge werde durch 2000 kg gleichmäßig und durch 1200 kg in der Achsenrichtung auf Zug beansprucht. Es ist der Querschnitt des Trägers zu bestimmen? Fig. 323.

Es ist:

$$M = \frac{2000 . 200}{8} = 50000 \text{ (Formel 10)}$$

$$W = . \ . \ . \ . \ . \ \frac{b h^2}{6},$$

$$P = . \ . \ . \ . \ . \ 1200,$$

$$q = . \ . \ . \ . \ . \ b h.$$

Man muß nun versuchsweise Dimensionen b und h annehmen, hiernach W und q berechnen, die Werte in

Gleichung (14) und (15) einsetzen und hieraus die Spannungen S und S_1 ausrechnen. Wenn die erhaltenen Werte den zulässigen Beanspruchungen nicht entsprechen, so ist der Querschnitt, je nach dem Resultate, stärker oder schwächer anzunehmen und die Rechnung zu wiederholen, bis sich zulässige Spannungen ergeben. Es sei z. B.

$$b = 12,$$
$$h = 15,$$

so wird

$$W = \frac{b h^2}{6} = \frac{12 \cdot 15^2}{6} = 450,$$
$$q = bh = 180,$$

somit:

$$S = \frac{50000}{450} + \frac{1200}{180} = 118,$$
$$S_1 = -\frac{50000}{450} + \frac{1200}{180} = 102.$$

Bei Tannenholz darf $S = 90$ und $S_1 = 48$ werden, und ist mithin der oben angenommene Querschnitt zu klein. Man nehme:

$$b = 15, \quad h = 21,$$

dann ist:

$$W = \frac{15 \cdot 21^2}{6} = 1102,$$
$$q = bh = 315,$$

somit:

$$S = \frac{50000}{1102} + \frac{1200}{315} = 54,$$
$$S_1 = -\frac{50000}{1102} + \frac{1200}{315} = 46.$$

Dieser Querschnitt entspricht der Beanspruchung, da die Maximaldruckspannung erreicht ist.

5) Kräftezusammensetzung und Zerlegung.

Wirken auf einen Punkt A, Fig. 324, zwei Kräfte P und P_1, welche nach irgend einem beliebig gewählten Maßstab im Verhältnis ihrer wirklichen Größe dargestellt sind (z. B. 1 cm = 100 kg), so folgt der Punkt A weder der Kraft P, noch der Kraft P_1, sondern einer Mittelkraft A C, der Resultirenden beider Kräfte, welche nach Größe und Richtung durch die Diagonale des Parallelogramms dargestellt ist. Die Resultirende R bringt somit für sich allein auf den Punkt A die gleiche Wirkung hervor, wie P und P_1 zusammen. Würde R in entgegengesetzter Richtung wirken, so müßte dadurch die Wirkung von P und P_1 aufgehoben werden, d. h. die 3 Kräfte P, P_1 und R befinden sich alsdann im Gleichgewichte, Fig. 325.

Fig. 324.

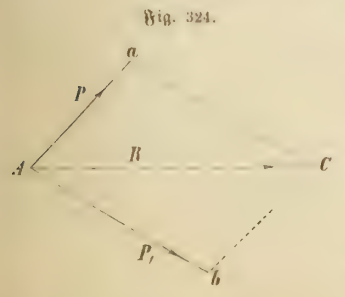
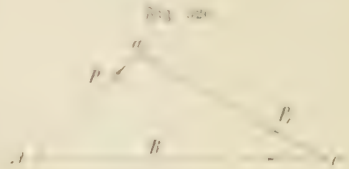
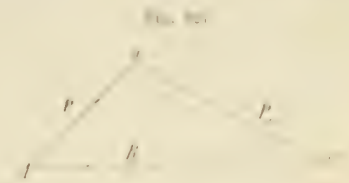


Fig. 325.

Da im Parallelogramm $aC = Ab = P_1$, so kann man auch die Resultirende R erhalten, wenn man an den Endpunkt a der Kraft P die Kraft P_1 nach Größe und Richtung nach aC trägt, so ist die Schlußlinie AC des

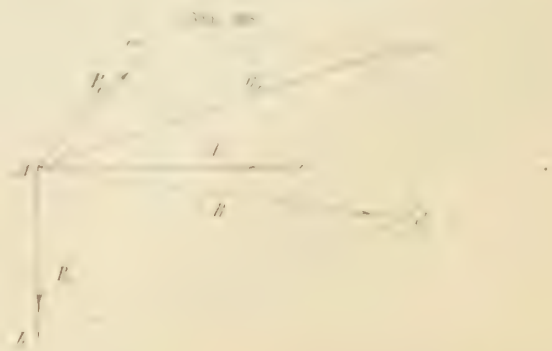


Dreiecks gleich der Resultirenden R, von A nach C wirkend, Fig. 326. Hätte dagegen die Resultirende gleiche Pfeilrichtung mit P und P_1, d. h. würde dieselbe von C nach



A wirken, dann würden sich, wie wir oben sahen, die 3 Kräfte das Gleichgewicht halten, Fig. 327.

Sind 3 an einem Punkte A, Fig. 328, wirkende Kräfte P_1, P_2 und P_3 zusammenzusetzen, so ist zunächst die Resulti-

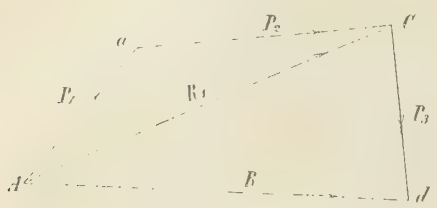


rende R_1 von P_1 und P_2 zu bilden und alsdann R_1 und P_3 zur Resultirenden R der sämtlichen 3 Kräfte zu vereinigen.

Es ist dann: $R = R_1 + P_3 = P_1 + P_2 + P_3$.

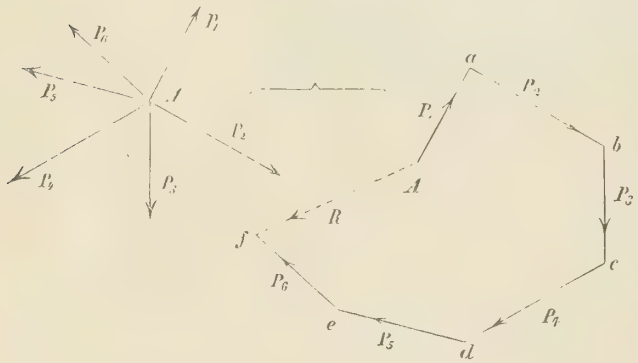
Die gleiche Resultirende findet man einfacher nach Fig. 329, indem man P_2 am Endpunkte a der Kraft P_1 nach Größe und Richtung nach a c trägt, dann ist A c = Resultirenden R_1. Die Kraft P_3 ist alsdann nach Größe und Richtung nach c d zu tragen, und ist A d = Resultirenden R. Hat diese Resultirende gleiche Pfeilrichtung mit den übrigen Kräften, d. h. wirkt dieselbe von d nach A, so würde dadurch die Wirkung der übrigen Kräfte aufgehoben, wodurch das ganze System sich im Gleichgewicht befindet.

Fig. 329.



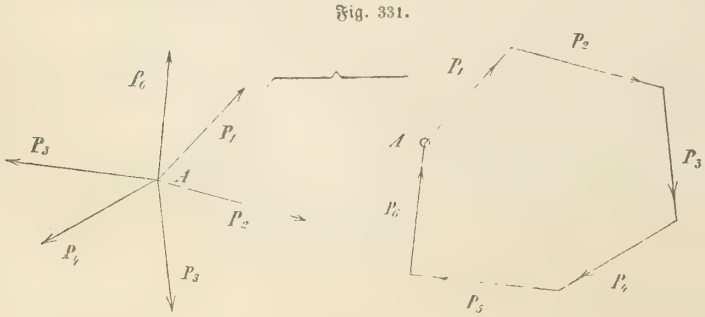
Hiernach findet man die Resultirende von beliebig vielen, in einer Ebene an einem Punkte wirkenden Kräften, Fig. 330, wenn man die Kräfte fortlaufend nach einer Richtung zusammensetzt, worauf dann die Schlußlinie des Polygons die Resultirende sämtlicher Kräfte nach Größe und Richtung darstellt.

Fig. 330.



Sollte bei der Zusammensetzung der Endpunkt der letzten Kraft mit dem Ausgangspunkt A zusammenfallen, Fig. 331, so wird die Resultirende R = 0, d. h. die auf dem Punkt A wirkenden Kräfte halten sich gegenseitig das Gleichgewicht.

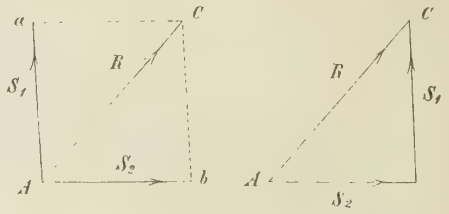
Fig. 331.



Hat man umgekehrt eine Kraft R in zwei Seitenkomponenten nach gegebenen Richtungen A a und A b zu zerlegen, so kann dies durch Konstruktion des Parallelogramms erfolgen.

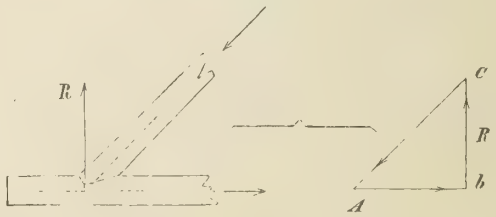
Einfacher ist es, an den Endpunkten A und C der Kraft R, Fig. 332, die Seitenkomponenten der Richtung nach anzutragen; dieselben schneiden sich dann gegenseitig ab, wodurch deren Größe bestimmt wird. Würde R entgegengesetzt wirkend angenommen, dann würden sich die 3 Kräfte das Gleichgewicht halten.

Fig. 332.



Es sei z. B. eine Strebe, Fig. 333, in einen horizontalen, auf Mauerwerk aufliegenden Bundbalken aufgesetzt. Die Auflagerreaktion R gleich der durch die Konstruktion übertragenen Belastung ist als aufwärts gerichtete Kraft nach einem beliebig gewählten Maßstabe aufzutragen, und sollen nun die in Strebe und Bundbalken auftretenden Spannungen ermittelt werden. Da die am Auflagerpunkte zusammentreffenden Spannungen sich im Gleichgewichte befinden müssen und die beiden unbekannten Spannungen der Richtung nach gegeben sind, so kann nach Obigem auch deren Größe bestimmt werden, indem man diese Richtungen an den Endpunkten der Kraft R anträgt. Da sich die 3 Kräfte im Gleichgewicht befinden, so müssen dieselben einerlei Pfeilrichtung haben, welche Richtung durch die aufwärts gerichtete Reaktion R bestimmt ist. Bringt man nun diese Spannungen in ihrer Richtung an Strebe und Bundbalken an, so ergiebt sich für die Strebe eine Druckspannung, für den Balken eine Zugspannung.

Fig. 333.



B. Bestimmung der Balkenstärken bei Gebälklagen.

Die Deckenbalken haben außer dem gleichmäßig verteilten Gewichte der Deckenkonstruktion noch eine zufällige, je nach der Bestimmung des betreffenden Raumes veränderliche Belastung, die „mobile Last" oder die „Verkehrslast", aufzunehmen. Während das „Eigengewicht" der Decke in jedem einzelnen Falle leicht zu berechnen ist, können für die veränderliche Belastung nur schätzungsweise Mittelwerte angenommen werden, welche zusammen mit dem Eigengewichte der Deckenkonstruktion die totale Belastung der Decke ergeben.

Für die gebräuchlichsten Deckenkonstruktionen ergeben sich die Eigengewichte pro □m Decke:

1) **Deckenkonstruktion** mit Streifboden, Lehmestrichauftrag, Sandauffüllung und Gipsdeckenputz, Fig. 334:

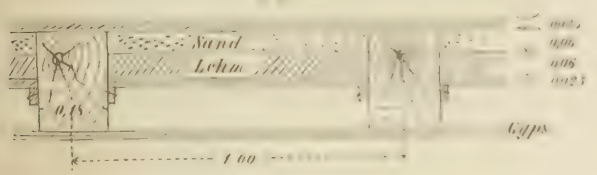
a. Holz:
Balken $0{,}18 \times 0{,}21 \times 1{,}00 = 0{,}0432$
Streifboden (auch Stickstecken)
und Zimmerboden 2 $(1{,}00 \times 1{,}00 \times 0{,}025) = \ldots 0{,}0500$
zus. $0{,}0932$ cbm à 600 kg = 53,00

b. Lehmestrich
$(1{,}00 \times 0{,}82 \times 0{,}06) = 0{,}0492$ cbm à 1500 kg = 73,80

c. Sandauffüllung
$(1{,}00 \times 0{,}82 \times 0{,}06) = 0{,}0492$ „ à 1600 „ = 78,72

d. Gipsputz samt Gipslatten oder Schalung
$1{,}00 \times 1{,}00 = 1$ □m à 30 kg 30,00
pro □m Eigengewicht kg 235,52

Fig. 334.



Bei Annahme von 8 cm Lehmestrichhöhe und 9 cm Sandauffüllung ergiebt sich ein Mehrgewicht von ca. 64 kg pro □m.

Erfolgt die Auffüllung teilweise mit Schlacken (600 kg pro cbm), so ermäßigt sich das Gewicht um ca. 21 kg für je 3 cm Höhe.

Auf dieser Grundlage ist die folgende ausführliche Tabelle für die verschiedenen Balkenhöhen und Balkenentfernungen berechnet:

Eigengewichte der halben Windelböden, mit Gipsdecke und einfachem Dielenboden, in kg pro □m.

Balken	Höhe von Lehm	Schlacken	Sand	Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte 0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
0,18	0,06	—	0,06	226	228	230	231	233	234
	0,06	0,03	0,03	204	205	206	207	208	209
0,21	0,06	—	0,06	230	233	234	235	236	237
	0,06	0,03	0,03	208	209	210	211	211	211
	0,08	—	0,09	290	293	295	298	301	303
	0,08	0,06	0,03	239	242	245	246	248	249
0,24	0,06	—	0,06	235	237	238	239	240	240
	0,06	0,03	0,03	213	214	214	214	214	214
	0,08	—	0,09	293	297	300	302	304	305
	0,08	0,06	0,03	244	246	248	250	251	252
0,27	0,06	—	0,06	240	241	242	242	242	243
	0,06	0,03	0,03	217	217	217	217	217	217
	0,08	—	0,09	298	301	303	305	307	308
	0,08	0,06	0,03	249	251	252	253	254	255
0,30	0,06	—	0,06	245	245	245	245	245	245
	0,06	0,03	0,03	222	222	222	222	222	222
	0,08	—	0,09	303	305	307	309	310	311
	0,08	0,06	0,03	253	255	256	257	258	259
0,33	0,06	—	0,06	249	249	249	249	249	249
	0,06	0,03	0,03	227	225	224	224	223	223
	0,08	—	0,09	307	309	311	312	313	314
	0,08	0,06	0,03	258	259	260	260	260	261
0,36	0,06	—	0,06	254	253	252	252	251	251
	0,06	0,03	0,03	232	229	228	227	226	225
	0,08	—	0,09	312	314	314	315	316	317
	0,08	0,06	0,03	263	264	264	264	264	264

Bei Parkettboden Zuschlag von 18 kg pro □m

2) **Gewichtsberechnung der ganzen Windelboden**, Fig. 335.

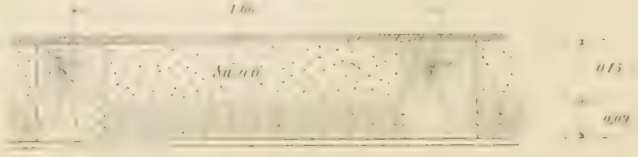
a. Holz:
Balken $(0{,}18 \times 0{,}24 \times 1{,}00) = 0{,}0432$
Boden $(1{,}00 \times 1{,}00 \times 0{,}025) = 0{,}0250$
zus. $0{,}0682$ cbm à 600 kg = 40,92

b. Lehmestrich:
$(0{,}82 \times 1{,}00 \times 0{,}09) = 0{,}0738$ cbm à 1500 kg = 110,70

c. Sandauffüllung
$(0{,}82 \times 1{,}00 \times 0{,}15) = 0{,}123$ „ à 1600 „ = 196,80

d. Gipsdecke samt Latten pro □m 30,00
zus. kg 378,42

Fig. 335.



Für je 3 cm Balkenhöhe mehr erhöht sich das Gewicht um ca. 42,5 kg.

Bei Annahme von Schlacken ermäßigt sich das Deckengewicht um ca. 21 kg pro □m für 3 cm Schlackenhöhe.

Auf dieser Grundlage ist die folgende ausführliche Tabelle für die verschiedenen Balkenhöhen und Balkenentfernungen berechnet.

Eigengewicht der ganzen Windelböden, mit Gipsdecke und einfachem Dielenboden, in kg pro □m.

Höhe von				Entfernung der Balken von Mitte zu Mitte					
Balken	Lehm	Schlacken	Sand	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
0,18	0,09	—	0,09	280	285	289	393	296	298
	0,09	0,06	0,03	236	239	242	244	246	248
0,21	0,09	—	0,12	320	326	332	336	340	342
	0,09	0,09	0,03	253	257	260	262	264	266
0,24	0,09	—	0,15	360	368	374	378	382	385
	0,09	0,12	0,03	271	275	278	280	282	283
0,27	0,09	—	0,18	400	409	415	420	425	428
	0,09	0,15	0,03	290	293	295	298	300	301
0,30	0,09	—	0,21	474	480	484	487	490	492
	0,09	0,18	0,03	307	310	313	316	318	320
0,33	0,09	—	0,24	515	521	524	527	531	533
	0,09	0,21	0,03	324	326	327	328	329	330

Bei Annahme von Parkettboden je 18 kg Zuschlag pro □m.

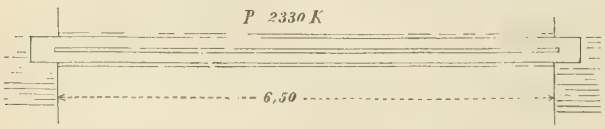
3) Verkehrslast der Zwischendecken.

Für die Verkehrslasten der Zwischendecken werden durchschnittlich folgende Belastungen zu Grunde gelegt:

für Wohnräume	pro □m	. .	150 kg,
„ Schulräume	„	. .	200 „
„ Tanzsäle	„	. .	300 „
„ Heuböden	„	. .	400 „
„ Feuchtböden	„	. .	470 „
durch Menschengedränge	„	bis	400 „

Beispiel 7. Die Deckenbalken eines 6,50 m tiefen Schulraumes liegen in Entfernungen von 0,70 m und sei

Fig. 336.



die Fachkonstruktion als halber Windelboden mit 8 cm Lehmestrich und 9 cm Sandauffüllung ausgeführt. Es ist die Stärke des Gebälkes zu berechnen?

Die Größe der einem Balkenfache entsprechenden Bodenfläche beträgt: $6{,}50 \times 0{,}70 = 4{,}55$ □m.

In obiger Tabelle ist, wenn vorerst eine Balkenstärke von 18/36 cm zu Grunde gelegt wird, für die oben angegebene Konstruktion ein Eigengewicht von 312 kg pro □m berechnet, und bestimmt sich die auf einen Balken entfallende Belastung wie folgt:

Eigengewicht 4,55 □m	à 312 kg	. .	1420
Verkehrslast 4,55 „	à 200 „	. .	910
	Totallast kg		2330

Da diese Belastung als gleichmäßig über den Balken verteilt anzusehen ist, so wird, nach Formel (4) und (10),

$$W = \frac{b\,h^2}{6} = \frac{P\,.\,l}{8\,S}.$$

Es sei:

$$b = 18,$$
$$h = ?$$
$$P = 2330,$$
$$l = 6{,}50\text{ m} = 650\text{ cm},$$
$$S = 48,$$

mithin

$$\frac{18 : h^2}{6} = \frac{2330\,.\,650}{8\,.\,48},$$
$$h^2 = 1313,$$
$$h = \sim\text{ cm}.$$

Da dieses Resultat mit der für die Belastung zu Grunde gelegten Annahme übereinstimmt, ist die berechnete Stärke von 18/36 cm auszuführen.

Zur Vereinfachung der Bestimmung der Balkenstärken sind in der folgenden Tabelle (Seite 95) die Tragfähigkeiten tannener Balken für die verschiedenen Stärken und Spannweiten berechnet, so daß nach vorgenommener Berechnung der Balkenbelastungen die Stärke derselben aus der betreffenden Kolumne direkt abgelesen werden kann. ($S = 48$.)

Das Maß der Durchbiegung f in Millimeter der Balken berechnet sich aus der Formel:

$$f = d\,l^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

worin l die Trägerlänge in Meter und d Koëffizienten für die verschiedenen Trägerhöhen bedeutet, und zwar ($S = 48$ und Elastizitätsmodul $= 110000$):

Balkenhöhe	15 cm	$d = 0{,}65$,
„	18 „	$d = 0{,}50$,
„	21 „	$d = 0{,}43$,
„	24 „	$d = 0{,}38$,
„	27 „	$d = 0{,}34$,
„	30 „	$d = 0{,}28$,
„	36 „	$d = 0{,}25$,
„	40 „	$d = 0{,}23$.

Diese Koëffizienten gelten nur für gleichmäßig verteilte Last.

Beispiel 8. Der in Beispiel 7 berechnete Balken von 6,50 m Länge und 0,36 m Höhe würde eine Einbiegung erfahren:

$$f = d\,.\,l^2 = 0{,}25\,.\,6{,}50^2 = 10{,}5\text{ mm}.$$

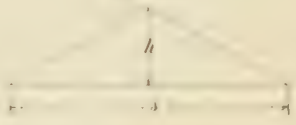
Diese Einbiegung wird bei voller totaler Belastung eintreten; das Gebälk wird jedoch die der Berechnung zu

Balkenstärke cm		Tragfähigkeit der Balken in kg bei freitragenden Längen von														
b	h	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00
9	15	648	520	432	368	324	288	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	18	928	680	620	540	468	416	372	340	312	288	—	—	—	—	—
12	12	552	440	368	320	276	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15	864	688	576	496	432	384	344	312	288	—	—	—	—	—	—
	18	1276	1020	848	720	636	560	512	464	424	392	364	336	316	296	280
	21	1680	1360	1128	968	840	752	676	616	564	528	480	448	424	400	376
	24	2208	1760	1472	1280	1104	976	880	800	736	680	632	588	552	520	488
15	15	1080	864	720	616	540	480	432	392	360	332	—	—	—	—	—
	18	1536	1232	1040	888	776	692	620	560	516	476	444	416	384	360	344
	21	2176	1680	1408	1208	1060	944	848	768	708	652	600	560	528	496	472
	24	2760	2208	1804	1576	1384	1232	1104	1000	920	852	788	736	692	652	616
	27	3500	2800	2332	2000	1748	1552	1400	1272	1168	1076	1000	932	876	824	692
	30	4320	3456	2880	2472	2160	1920	1728	1568	1440	1328	1236	1152	1080	1016	960
18	18	1880	1500	1252	1072	940	832	748	680	624	576	536	500	468	440	416
	21	2540	2032	1692	1496	1272	1128	1016	924	844	776	726	676	636	596	560
	24	3320	2648	2212	1896	1662	1472	1328	1408	1108	1020	948	880	828	784	736
	27	4190	3360	2790	2400	2100	1865	1678	1560	1395	1290	1185	1120	1050	988	930
	30	5180	4140	3455	2960	2590	2300	2070	1880	1725	1585	1480	1380	1290	1220	1150
	33	6275	5000	4180	3580	3130	2800	2515	2280	2090	1930	1790	1670	1565	1475	1390
	36	7460	5970	4975	4265	3730	3320	2980	2715	2485	2295	2130	1995	1865	1757	1655
21	21	2960	2370	1975	1700	1480	1315	1185	1080	985	910	845	795	740	695	685
	24	3860	3000	2575	2210	1955	1720	1545	1400	1285	1190	1105	1050	965	905	860
	27	4890	3915	3265	2800	2445	2175	1955	1780	1630	1505	1390	1305	1225	1150	1085
	30	6050	4830	4030	3455	3025	2685	2415	2200	2015	1860	1725	1615	1510	1420	1345
	33	7315	5850	4875	4180	3660	3250	2925	2660	2435	2250	2090	1950	1825	1720	1620
	36	8700	7000	5800	5000	4350	3870	3480	3165	2900	2675	2470	2320	2170	2050	1930
	40	10750	8600	7150	6100	5375	4775	4300	3900	3585	3300	3070	2865	2695	2530	2350
24	24	4420	3455	2945	2525	2210	1965	1765	1630	1475	1360	1260	1175	1105	1050	980
	27	5590	4475	3730	3195	2795	2485	2195	2035	1865	1700	1585	1490	1395	1320	1250
	30	6900	5525	4605	3950	3450	3065	2760	2510	2300	2150	1970	1840	1730	1640	1530
	33	8360	6690	5575	4775	4180	3715	3345	3040	2785	2575	2385	2225	2190	1965	1855
	36	9950	7960	6635	5680	4975	4420	3980	3620	3315	3060	2845	2655	2485	2440	2210
	40	12280	9830	8190	7020	6140	5460	4915	4465	4095	3780	3510	3275	3070	2890	2720

Mit Hilfe dieser Tabelle hätten sich für den in Beispiel 7 berechneten Balken von 6,50 m Länge und mit einer Belastung von ca. 2300 k folgende Balkenstärke ergeben: 18/36, 21/33, 24/33. Der Querschnitt 18/36 ist der vorteilhafteste, weil kleinste.

Grunde gelegte volle Belastung in den seltensten Fällen wirklich aufzunehmen haben, da bei Annahme der mobilen Belastung auf die zeitweise eintretenden Erschütterungen Rücksicht genommen ist.

Fig. 357.



C. Berechnung der Dachkonstruktionen.

Die der Berechnung der Dachkonstruktionen zu Grunde zu legende Belastung besteht aus:

1) dem Eigengewichte der Konstruktion und
2) der mobilen Belastung, herrührend von Wind- und Schneedruck.

a. Eigengewicht der Konstruktion.

Dasselbe setzt sich zusammen aus dem Gewichte der Binder, Pfetten, Sparren und der Dachdeckung, und ist somit je nach der Art der Eindeckung und der Dachneigung verschieden.

Im allgemeinen dürften folgende Mittelwerte für das Eigengewicht pro □m Horizontalprojektion zu Grunde zu legen sein.

Eigengewichte der Dachkonstruktionen pro □m Horizontal-Projektion in kg.

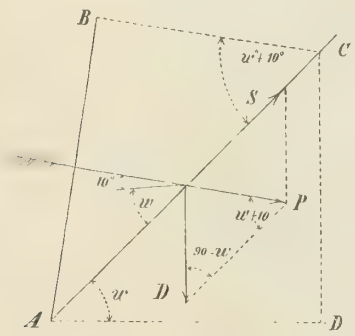
	Neigungsverhältnis od. Neigungswinkel									
h	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s	∞	10	9	8	7	6	5	4	3	2
	0°	11°	13°	14°	16°	19°	22°	27°	34°	45°
Holzzement	120	120	—	—	—	—	—	—	—	—
Einfache Ziegellage				—	—	—	—	112	120	140
Doppelte „				—	—	—	—	128	138	163
Schieferdach	—	—	—	—	—	—	81	84	90	106
Zinkdach	40	41	41	41	42	43	44	45	48	56
Wellenblech auf Winkeleisen	24	25	25	25	26	26	27	28	29	34
Teerpappe	30	31	31	31	32	32	33	34	36	42

b) Veränderliche Lasten.

1) Der Schneedruck ist je nach der Schneemenge einem bedeutenden Wechsel unterworfen und daher nach den klimatischen Verhältnissen verschieden. Im Mittel kann man die sich auf ein Dach ablagernde Schneeschichte zu 0,55 m Höhe annehmen, unter welcher Annahme sich eine durchschnittliche Belastung von 78 kg pro □m Horizontalprojektion ergiebt.

2) Der Wind bildet erfahrungsgemäß mit der Horizontalen einen Winkel von 10°, Fig. 338, und trifft somit eine um den Winkel w° geneigte Dachfläche unter dem Winkel $(w^0 + 10^0)$.

Fig. 338.



Ist die Fläche AB normal zur Windrichtung und bezeichnen wir den Winddruck auf diese normale Fläche pro □m = d, so ist der Gesamtdruck auf die 1 m breite Fläche AB:

$$P = d \,.\, AB.$$

Zieht man $\overline{BC}$ normal AB, so ist der Winddruck auf die Fläche AC gleich dem Winddruck P auf die Fläche AB. Da nun

$$\frac{AB}{AC} = \sin (w^0 + 10^0)$$

und

$$AB = AC \sin (w^0 + 10),$$

so ist

$$P = d \,.\, \overline{AB} = d \,.\, AC \,.\, \sin (w^0 + 10^0).$$

Da es sich empfiehlt, die Lastberechnung pro □m der horizontalen Grundfläche vorzunehmen, so ist P in zwei Seitenkomponenten zu zerlegen, in eine vertikale D und in eine solche in der Richtung des Sparrens.

Es ist nun:

$$P : D = \sin (90—w) : \sin (w + 10),$$

und da

$$\sin (90—w) = \cos w,$$

so ist

$$P : D = \cos w : \sin (w + 10),$$

$$D = \frac{P \,.\, \sin (w + 10)}{\cos \,.\, w}.$$

Den oben gefundenen Wert für P eingesetzt, ergiebt

$$D = \frac{d \,.\, \overline{AC} \,.\, \sin^2 (w + 10)}{\cos \,.\, w}.$$

Soll nun unter D der Winddruck pro □m Horizontalprojektion verstanden sein, so muß AD = 1 sein, und folglich

$$\frac{1}{AC} = \cos w, \qquad AC = \frac{1}{\cos w},$$

und mithin

$$D = \frac{d \,.\, \sin^2 (w + 10)}{\cos^2 w}.$$

Die auf Grund dieser Formeln sich ergebenden Winddruckbeanspruchungen pro □m Horizontalprojektion sind für die verschiedenen Dachneigungen in der folgenden Tabelle zusammengestellt, wobei jedoch zu bemerken ist, daß man als Minimalbeanspruchung 25 kg pro □m rechnet.

Winddruck pro □m Horizontalprojektion in kg bei 30 m Windgeschwindigkeit pro Sekunde, Fig. 337.

Neigungsverhältnis $\frac{h}{s}$	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
Neigungswinkel	0°	11°	13°	14°	16°	19°	22°	27°	34°	45°
Winddruck	25	25	25	25	25	33	38	54	82	164

Es ergeben sich hiernach als Totalbelastungen der Dachkonstruktionen pro □m Horizontalprojektion für die verschiedenen Neigungen folgende Werte:

Totalbelastungen der Dachkonstruktionen einschl. Schnee- und Winddruck pro □m Horizontalprojektion, Fig. 337.

Neigungsverhältnis $\frac{h}{s}$	$\frac{1}{\infty}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
Neigungswinkel	0°	11°	13°	14°	16°	19°	22°	27°	34°	45°
Holzzement	223	223	—	—	—	—	—	—	—	—
Einfache Ziegellage	—	—	—	—	—	—	—	244	280	382
Doppelte „	—	—	—	—	—	—	—	260	298	405
Schieferdach	—	—	—	—	—	—	197	216	250	348
Zinkdach	143	144	144	144	145	154	160	177	208	298
Wellenblech (auf Eisen)	127	128	128	128	129	137	143	160	189	276
Teerpappendach	133	134	134	134	135	143	149	166	196	284

Hängwerke.

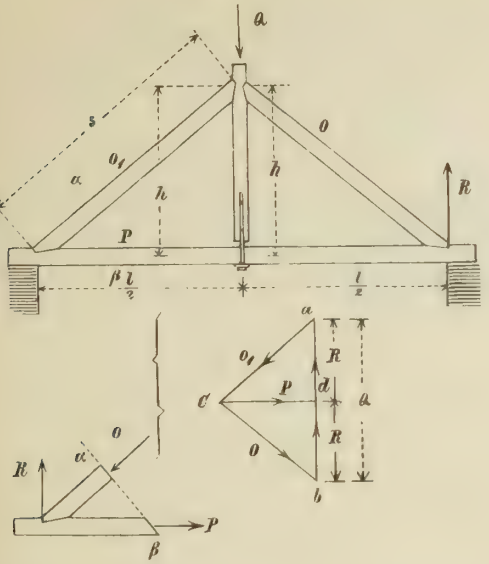
Das einfache Hängwerk besteht aus dem Hauptbalken, den beiden Streben und der Hängsäule. Die auf die Hängsäule übertragene Balkenlast wird von den beiden Streben aufgenommen und auf die Fußpunkte derselben, d. h. auf den Hauptbalken übertragen, woselbst sich die Spannungen in horizontaler und vertikaler Richtung zerlegen.

Diese Kräftezerlegung, d. h. die Ermittelung der Spannungen, kann, nach dem oben Mitgeteilten, auf folgende einfache Weise vorgenommen werden.

Die auf die Hängsäule übertragene Belastung, Fig. 339, ist bei gleichmäßiger Belastung des Balkens = $^5/_8$ der gesamten Last (Formel 11) und sei = Q. Diese Spannung Q zerlegt sich in zwei Seitenkomponenten nach der Richtung der Streben. Trägt man nach irgend einem Maßstabe die Last Q nach a b, zieht durch die beiden Endpunkte a und b

Parallele zur Richtung der Streben, so schneiden sich dieselben im Punkte c gegenseitig ab, und stellen dann a c und b c diese Strebenspannungen nach Größe und Richtung dar.

Fig. 339.



Diese Spannung überträgt sich an das Fußende des Hauptbalkens und zerlegt sich daselbst horizontal und vertikal, welche Spannungen nach ihrer Größe sofort durch Zerlegung der Strebenspannung a c in horizontale und vertikale Seitenkomponente, d. h. in c d und a d, erhalten werden. Diese beiden letzteren Kräfte müssen sich mit der Strebenspannung im Gleichgewichte befinden, und müssen daher im Kräftepolygon diese Spannungen einerlei Pfeilrichtung haben. Führt man durch die Konstruktion einen Schnitt $\alpha - \beta$ und bringt die Pfeilrichtungen an, so ergiebt sich:

$O_1 =$ a c Druckspannung der Strebe,
$P =$ c d Zugspannung des Hauptbalkens,
$R =$ d a Stützenreaktion = Auflagerdruck.

Nach den in vorstehender Figur angegebenen Bezeichnungen verhält sich:

$$s : h = O_1 : \frac{Q}{2}.$$

$$\text{Strebenspannung } O_1 = \frac{Q\,s}{2\,h},$$

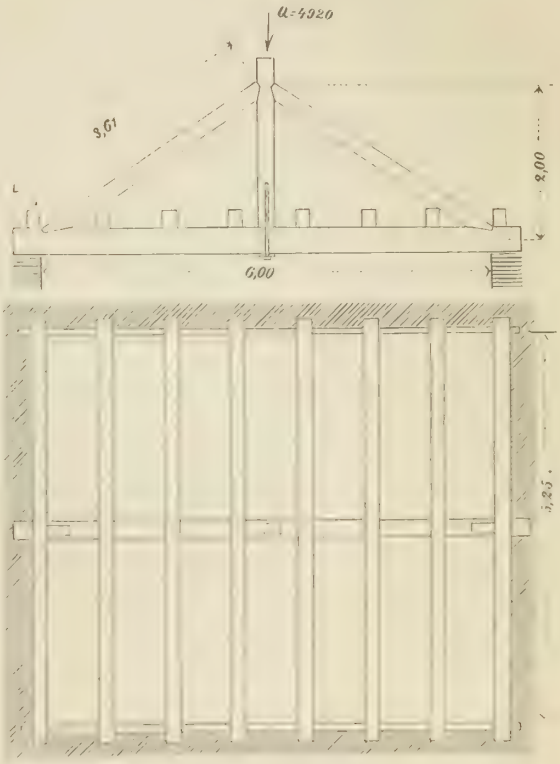
$$\frac{l}{2} : h = P = \frac{Q}{2}.$$

$$\text{Balkenzugspannung } P = \frac{Q\,l}{4\,h}.$$

$$\text{Reaktion } R = \frac{Q}{2}.$$

Beispiel 9. Der Hauptbalken eines einfachen Hängewerkes, Fig. 340, sei zur Aufnahme der Balkendecke eines Raumes von $6 \times 5{,}25$ m bestimmt. Das Totalgewicht der Decke betrage pro □m 400 kg. Es sind die auftretenden Spannungen, die Querschnitte, bei Annahme von Tannenholz, sowie sämtliche Konstruktionsdetails zu berechnen.

Fig. 340.



Wenn die Deckenbalken auf dem Unterzuge nicht gestoßen sind, so erhält nach Formel (11) der Unterzug $^5/_8$ der gesamten Last, d. h.

$$^5/_8\,(6 \times 5{,}25)\,400 = 7870 \text{ kg}.$$

Von dieser Belastung erhält nach Formel (11) die Hängsäule wiederum $^5/_8$, d. h. es ist

$$Q = {}^5/_8 \,.\, 7875 = 4920 \text{ kg}.$$

Es ist nun:

$l = 6$ m,
$h = 2$ m,
$s = 3{,}61$ m.

Mithin:

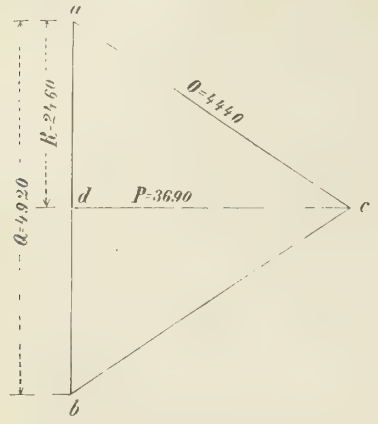
$$\text{Strebenspann. } O_1 = \frac{Q\,.\,s}{2\,h} = \frac{4920\,.\,3{,}61}{2\,.\,2} = 4440 \text{ kg},$$

$$\text{Balkenspannung } P = \frac{Q\,.\,l}{4\,h} = \frac{4920\,.\,6}{4\,.\,2} = 3690 \text{ kg},$$

$$\text{Reaktion } R = \frac{Q}{2} = \frac{4920}{2} = 2460 \text{ kg}.$$

Diese Spannungen werden ebenso auf graphischem Wege durch Konstruktion des Kräftepolygons gefunden, Fig. 341.

Fig. 341.



Außer diesem durch die Strebe hervorgerufenen Auflagerdruck bildet sich noch ein solcher, direkt vom Unterzug herrührend (Formel 11) $= {}^{3}/_{16}$ der Unterzugsbelastung, d. h. ${}^{3}/_{16}$ 7875 = 1476, somit Gesamtreaktion 2460 + 1476 = 3936.

Dieser Auflagerdruck muß wegen symmetrischer Belastung gleich sein der halben Unterzugsbelastung $= \frac{7875}{2} =$ 3937, was der Fall ist.

Berechnung der Querschnitte.

1) Hängsäule: Zugspannung 4920 kg.

$$\text{Formel (2)} \quad q = b\,h = \frac{P}{S},$$

$$b = 15 \text{ cm},$$

$$h = ?$$

$$P = 4920,$$

$$S = 48,$$

$$15\,h = \frac{4920}{48}, \qquad h = 6{,}1 \text{ cm}.$$

Diese Stärke ist für die Ausführung zu gering, da am obern Ende die Streben mit Zapfen und Versatzung, Fig. 342, eingesetzt werden müssen. Wählt man für Zapfen und Versatzung 6 cm, als geringste Holzstärke ebenfalls 6 cm, so ergiebt sich

$$h = 6 + 6 + 6 = 18 \text{ cm}.$$

Die Hängsäule werde mit dem Hauptbalken durch ein Eisenband verbunden, Fig. 343. Dieses Eisenband ist auf die gleiche Zugspannung, wie die Hängsäule, auf 4920 kg, beansprucht:

$$\text{Formel (2)} \quad q = 2\,b\,h = \frac{P}{S},$$

$$h = 1 \text{ cm},$$

$$b = ?$$

$$P = 4920, \qquad S \text{ für Schmiedeisen} = 700 \text{ kg},$$

$$2 \,.\, 1 \,.\, b = \frac{4920}{700}, \quad b = \sim 3{,}5 \text{ cm}.$$

Der zur Verbindung des Eisens mit der Hängsäule dienende Schraubenbolzen wird mit zwei Querschnitten auf Abscherungsfestigkeit beansprucht:

$$\text{Formel (2)} \quad q = 2 \,.\, \frac{\pi\,d^2}{4} = \frac{P}{S},$$

$$P = 4920,$$

$$S = \text{Abscherung für Schmiedeisen} = 525 \text{ kg},$$

$$2 \,.\, \frac{3{,}14 \,.\, d^2}{4} = \frac{4920}{525},$$

$$d = \sim 2{,}4 \text{ cm}.$$

Die Breite des Eisenbandes, welches an der schwächsten Seite eine Breite von 3,5 cm erhalten muß, wird demnach, Fig. 343: $3{,}5 + 2{,}4 = \sim 6$ cm.

Fig. 342.

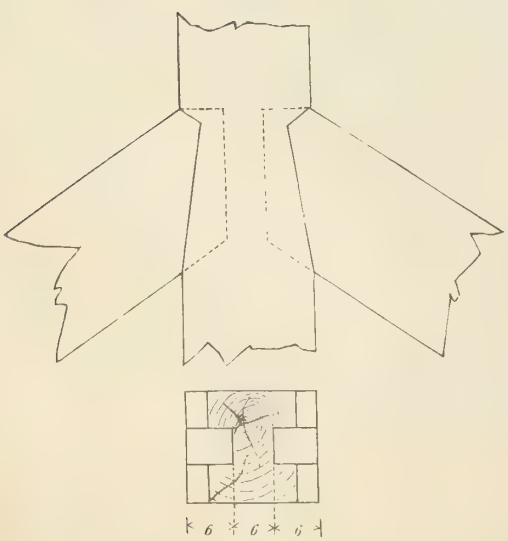
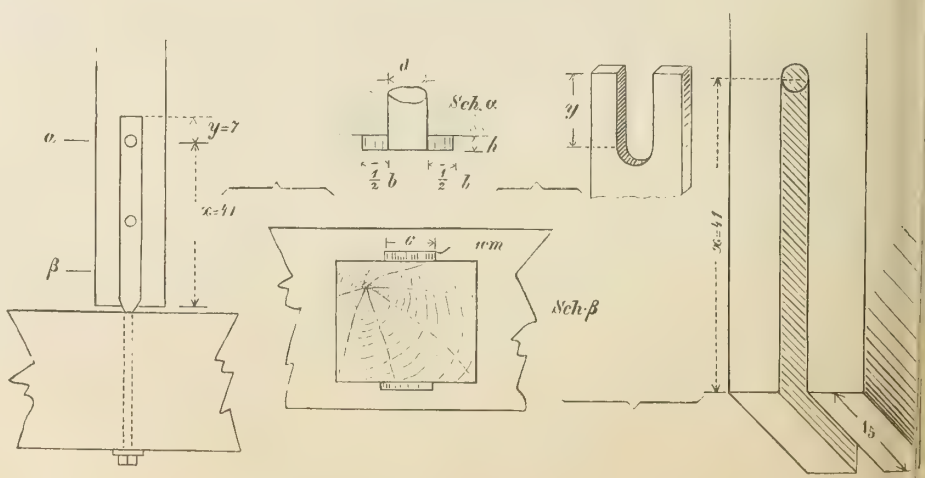


Fig. 343.



Zur Berechnung der Entfernung x des Bolzens vom Ende der Hängsäule ist zu berücksichtigen, daß der Bolzen das zwischen ihm und dem Hängsäulenende stehende Holz auszuscheren sucht, und sind die entstehenden Trennungsflächen $2 \times 15 . x$.

$$\text{Formel (2)} \quad q = 2 . 15 . x = \frac{P}{S},$$

$$P = 4920,$$

$$S = 4,$$

$$2 . 15 . x = \frac{4920}{4}, \qquad x = 41 \text{ cm}.$$

Ebenso ist zur Bestimmung der Bolzenentfernung vom Ende des Eisenbandes (Abscherung):

$$\text{Formel (2)} \quad q = 2 . 1 . y = \frac{P}{S},$$

$$P = 4920,$$

S Abscherung für Eisen $= 525$,

$$2 . 1 . y = \frac{4920}{525}, \qquad y = 4{,}7 \text{ cm}.$$

Für die Ausführung wählt man diese Entfernung zum besseren Auflager des Schraubenkopfes wohl etwas bedeutender und etwa gleich 3 Bolzendurchmesser, ca. 7 cm.

2) Strebe. Die Strebe erfährt eine Druckspannung in ihrer Achsenrichtung von 4440 kg und ist daher auf Druck und auf Zerknickung zu berechnen.

$$\text{Formel (2) Druck:} \quad q = \frac{P}{S},$$

$$P = 4440,$$

$$S = 48,$$

$$q = \frac{4440}{48} = \sim 100 \text{ □cm}.$$

$$\text{Formel (13)} \quad b h^3 = \frac{l^2 P}{10000}.$$

Es sei $b = h$,

$$l = 3{,}61 = 361 \text{ cm},$$

$$P = 4440,$$

$$h^4 = \frac{361^2 . 4440}{10000},$$

$$h = b = \sim 15 \text{ cm},$$

somit Querschnitt

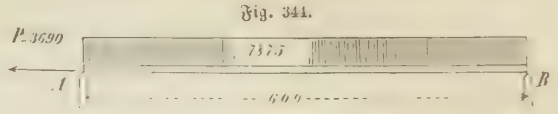
$$q = 15 . 15 = 225 \text{ □cm}.$$

Da nun außerdem die Strebe durch ihr Eigengewicht, wenn auch in geringem Grade, auf Biegungsfestigkeit beansprucht ist, so ist für diese Beanspruchung die Höhe der Strebe etwas zu vergrößern, und würde sich für die Ausführung empfehlen:

$$b = 15 \text{ cm}, \quad h = 18 \text{ cm}.$$

3) Hauptbalken. Der Hauptbalken ist durch die gleichmäßig verteilte Deckenlast auf Biegungsfestigkeit und durch die horizontale Spannung P in der Achsenrichtung auf Zug beansprucht, und ist mithin dessen Querschnitt auf kombinirte Beanspruchung zu berechnen, Fig. 344:

Fig. 344.



$$\text{Formel (14 und 15)} \quad S = + \frac{M}{W} + \frac{P}{q},$$

$$S_1 = - \frac{M}{W} + \frac{P}{q}.$$

Es ist im vorliegenden Falle:

S Zugspannung $= 90$,

S_1 Druckspannung $= 48$.

$$\text{Formel (11)} \quad M = \frac{P . l}{16} = \frac{7875 . 600}{16} = 295200.$$

$$W = \frac{b h^2}{6},$$

$$P = 3690,$$

$$q = b h.$$

Man nehme nun versuchsweise

$$b = 24,$$

$$h = 36,$$

so ist

$$W = \frac{b h^2}{6} = \frac{24 . 36^2}{6} = 5184,$$

$$q = b h = 24 . 36 = 864,$$

$$S = \frac{295200}{5184} + \frac{3690}{864} = + 57 + 4{,}5 = 61{,}5,$$

$$S_1 = - \frac{295200}{5184} + \frac{3690}{864} = - 57 + 4{,}5 = - 52{,}5.$$

Wenn die Druckspannung auch um geringes Maß höher ist, als oben angenommen wurde, so ist dasselbe doch für die Praxis noch zulässig.

Bestimmung der Entfernung der Streben-Versatzungen von den Balkenenden.

1) Streben-Versatzung im Hauptbalken:

Die Beanspruchung erfolgt auf Abscherung, und zwar entstehen Scherflächen, Fig. 345,

$$q = 2 . 3x + 15x + 2 . 4x = 29x,$$

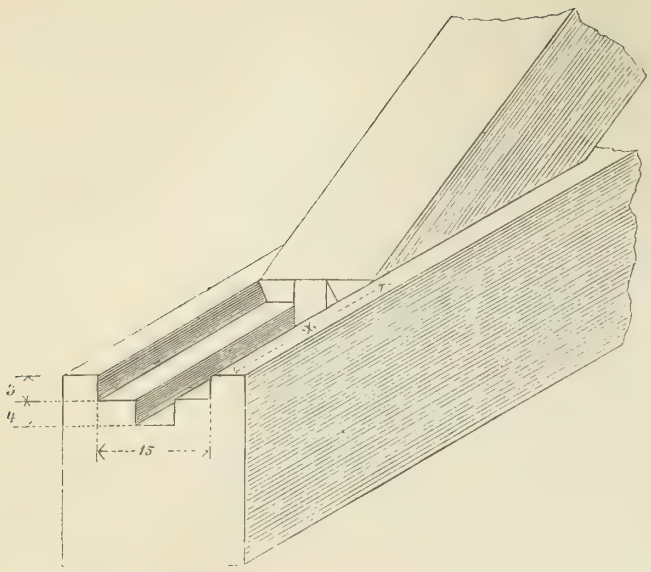
$$\text{Formel (2)} \quad q = 29x = \frac{P}{S},$$

$$P = 3690,$$

$$S = 4,$$

$$29x = \frac{3690}{4}, \quad x = \sim 32 \text{ cm}.$$

Fig. 345.



2) Streben-Versatzung der Hängsäule, Fig. 346:

Scherflächen $q = 15\,y + 2 \cdot 3\,y = 21\,y$,

$$q = 21\,y = \frac{P}{S},$$

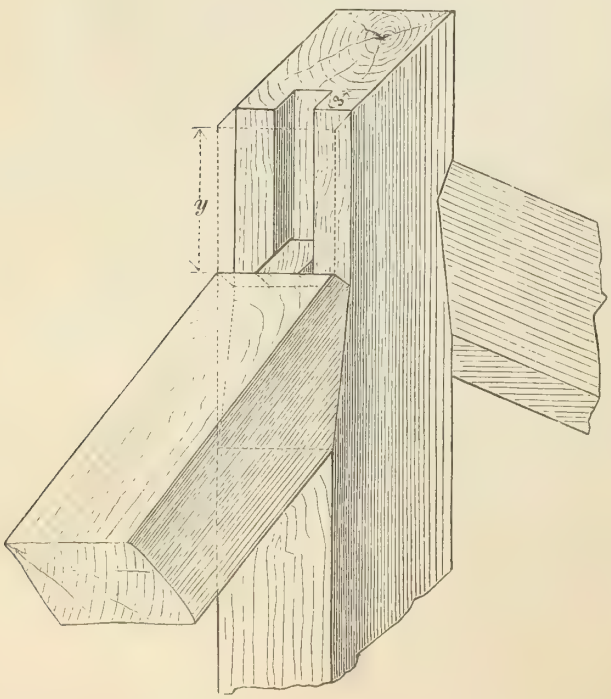
P = der Hälfte der Hängsäulenbeanspruchung

$$= \frac{4920}{2} = 2460,$$

$$S = 4,$$

$$21\,y = \frac{2460}{4},\quad y = 29 \text{ cm}.$$

Fig. 346.

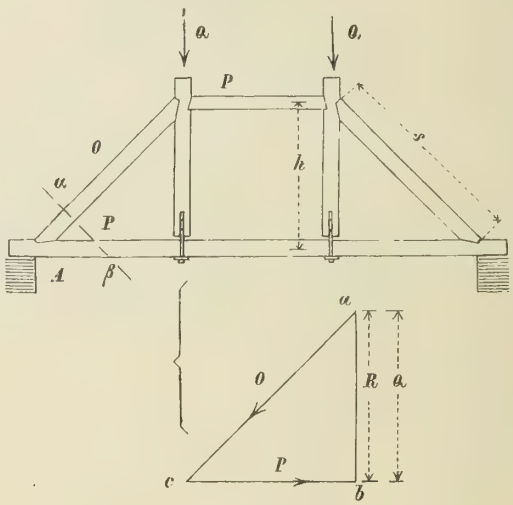


Da die Berechnung der Querschnitte und Konstruktionsdetails stets die gleiche bleibt, sobald nur die Belastungen und Spannungen ermittelt sind, so soll in folgendem nur noch die Bestimmung der Spannungen vorgenommen werden.

Das doppelte Hängwerk.

Bei dem doppelten Hängwerke können ebenso, wie bei dem einfachen Hängwerke, die auftretenden Spannungen durch Konstruktion des Kräftepolygons direkt ermittelt werden. Es sei die Belastung jeder der beiden Hängsäulen Q, Fig. 347, so ist nach einem beliebigen Maßstabe diese Last Q auf die Kraftlinie a b aufzutragen. Diese Belastung zerlegt sich am Kopfende der Hängsäule in zwei Seiten-

Fig. 347.



komponenten in der Richtung der Strebe und des Spannriegels, und erhält man deren Größe, wenn man durch die Endpunkte a und b Parallele zu diesen Richtungen zieht. Dieselben schneiden sich in c ab, und ergiebt c b = P die Riegelspannung und a c = O die Strebenspannung. Diese Strebenspannung zerlegt sich am Fußende in eine horizontale und vertikale Seitenkomponente, und mithin durch a und c die entsprechenden Parallelen gezogen, ergiebt

Horizontalspannung c b = P = Riegelspannung,

Reaktion a b = R = Q = Hängsäulenlast.

Diese beiden letzteren Spannungen sind mit der Strebenspannung im Gleichgewichte und erhalten daher gleiche Pfeilrichtung mit derselben. Führt man einen Schnitt $\alpha\beta$ durch die Konstruktion, so ergiebt sich:

für Strebe Druckspannung,

für Hauptbalken Zugspannung.

Ebenso ergiebt sich für den Spannriegel eine Druckspannung.

Auf Grund der in den Figuren eingeschriebenen Bezeichnungen ist nun:

$$O : Q = s : h,$$

$$\text{Strebendruck } O = \frac{Q\,s}{h},$$

$$P : Q = l_1 : h,$$

$$\text{Horizontalspannung } P = \frac{Q \cdot l_1}{h},$$

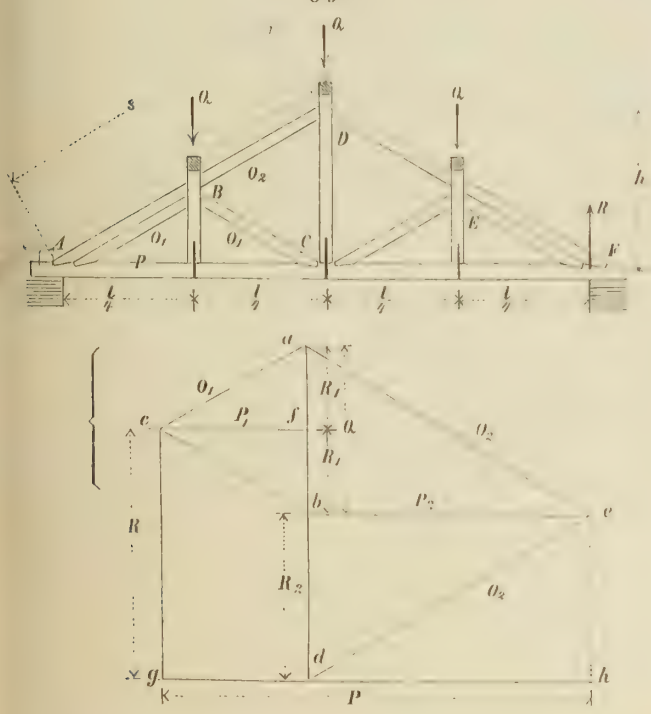
$$\text{Stützenreaktion } R = Q.$$

Die gesamte Stützenreaktion setzt sich zusammen aus der Reaktion, herrührend von der Strebe und derjenigen, herrührend von der gleichmäßig verteilten Last der Endfelder des Hauptbalkens. Für den Fall, daß die Hängsäulen den Hauptbalken in 3 gleiche Teile teilen, wird die letztere Reaktion nach Formel (12) gleich $^4/_{30}$ der gesamten Belastung des Hauptbalkens.

Zusammengesetzte Hängwerke.

Nach Fig. 348 sei die Hängkonstruktion aus 3 einfachen Hängwerken zusammengesetzt und werde der Haupt-

Fig. 348.



balken durch die Hängsäulen in 4 gleiche Teile geteilt. Die Belastungen der Hängsäulen sind in diesem Falle gleich groß, und sind die auftretenden Spannungen, genau wie bei dem einfachen Hängwerke, durch Konstruktion des Kräftepolygons auf folgende Weise zu erhalten:

Im einfachen Hängbocke ABC wirkt die Belastung Q, welche auf die Kraftlinie a b aufzutragen und in die Strebenspannungen a c und c b = O_1 zu zerlegen ist; diese Strebenspannung O_1 zerlegt sich in die Horizontalspannung $P_1 = c f$ und die Stützenreaktion $R_1 = a f = f b = \frac{Q}{2}$.

Von dem Hängwerke ABC kommt somit auf den Punkt C des Hauptbalkens ein Stützendruck $\frac{Q}{2}$; von dem gleichen Hängwerke FEC kommt auf den Punkt C die gleiche Belastung $\frac{Q}{2}$, somit zusammen die Belastung Q, welche zu der bereits vorhandenen Belastung Q der Hängsäule hinzuzufügen ist, d. h. die Belastung der Hängsäule C D ist $= Q + \frac{2Q}{2} = 2Q$. Mit Zugrundelegung dieser Belastung sind nunmehr die Spannungen im mittleren Hängbocke zu bestimmen:

Kraftlinie a d = 2 Q, nach gleichem Maßstabe wie oben,

a e und e d = O_2 Strebenspannungen, welche sich horizontal und vertikal zerlegen nach e b = P_2 und a b = b d = R_2.

Die gesamte horizontale Spannung P an den Fußpunkten A und F, wo je die Streben zweier Hängwerke zusammentreffen, ist somit

$$P = P_1 + P_2 = g\,h.$$

Ebenso Reaktion $R = R_1 + R_2 = f\,d$, wobei jedoch noch zu berücksichtigen ist, daß hierzu noch der von der gleichmäßig verteilten Belastung des Endfeldes des Hauptbalkens herrührende Stützendruck zu rechnen ist.

Mit Einführung der beistehenden Bezeichnungen ergiebt sich:

$$s : h = O_1 : \frac{Q}{2}$$

$$O_1 = \frac{Q \cdot s}{2\,h},$$

$$s : h = O_2 : Q$$

$$O_2 = \frac{Q \cdot s}{h} = 2\,O_1,$$

$$\frac{1}{2} : h = P_1 : \frac{Q}{2}$$

$$P_1 = \frac{Q \cdot l}{4\,h},$$

$$\frac{1}{2} : h = P_2 : Q$$

$$P_2 = \frac{Q\,l}{2h} = 2\,P_1$$

$$P = P_1 + P_2 = \frac{3\,Q\,l}{4\,h},$$

somit

$$R_1 = \frac{Q}{2},$$

$$R_2 = Q = 2\,R_1$$

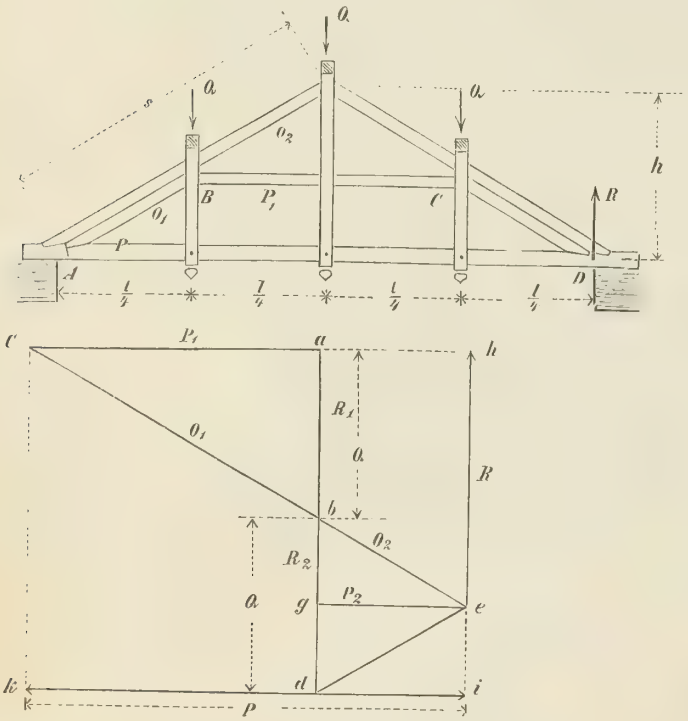
$$R = R_1 + R_2 = 1{,}5\,Q$$

Zusammensetzung eines einfachen mit einem doppelten Hängwerke.

Der Hauptbalken werde durch die Hängsäulen in 4 gleiche Teile $= \frac{l}{4}$ geteilt, Fig. 349, so daß jede Hängsäule durch dieselbe Belastung Q beansprucht werde.

Für den doppelten Hängbock A B C D mache man die Kraftlinie a b = Q, zerlege für Spannriegel und Strebe

Fig. 349.



nach a c und b c, desgleichen Strebenspannung b c horizontal und vertikal nach a c = P_1 und a b = R_1.

Ebenso für den einfachen Hängbock: Kraftlinie b d = Q, zerlege nach der Strebenrichtung b e und d e, ferner Strebenspannung d e horizontal und vertikal nach e g = P_2 und g b = R_2. Es ist alsdann

die Gesamtspannung $P = P_1 + P_2 =$ k i,

die Gesamtreaktion $R = R_1 + R_2 =$ a g.

Bei Einführung der Bezeichnungen ergiebt sich:

$s : h = O_1 : Q$

$$O_1 = \frac{Q s}{h},$$

$s : h = O_2 : \frac{Q}{2}$

$$O_2 = \frac{Q s}{2 h} = \frac{O_1}{2},$$

$\frac{l}{2} : h = P_1 : Q$

$$P_1 = \frac{Q l}{2 h},$$

$\frac{l}{2} : h = P_2 : \frac{Q}{2}$

$$P_2 = \frac{Q l}{4 h}$$

$$P = P_1 + P_2 = \frac{3 Q l}{4 h},$$

somit

$$R_1 = Q,$$

$$R_2 = \frac{Q}{2}$$

$$R = R_1 + R_2 = 1{,}5\ Q.$$

Reaktion und Spannung des Hauptbalkens sind bei dieser Konstruktion somit dieselben, wie bei der vorhergehenden, dagegen sind hier die Spannungen der Streben vertauscht, d. h. bei der letzteren Konstruktion hat die kürzere Strebe die größere Spannung, die längere die kleinere Spannung, während bei der vorhergehenden Konstruktion gerade das umgekehrte Verhältnis stattfindet, so daß also in letzterem Falle die große Strebe einen bedeutend kleineren Querschnitt bei gleicher Belastung erhalten wird, als wie im ersteren Falle.

Zusammensetzung eines einfachen mit einem doppelten Hängbocke bei gleicher Hängsäulenhöhe.

Der Hauptbalken werde wieder durch die Hängsäulen in 4 gleiche Teile $= \frac{l}{4}$ geteilt, Fig. 350, so daß jede Hängsäule mit der gleichen Last Q beansprucht werde.

Das Kräftepolygon wird folgendes:

Für den doppelten Hängbock: Kraftlinie a b = Q zerlegt sich für Spannriegel und Strebe nach b c und a c; die Strebenspannung a c zerlegt sich horizontal und vertikal nach c b = P_1 und b a = R_1.

Ebenso für das einfache Hängwerk: Kraftlinie b d = Q zerlegt sich für die beiden Streben nach b e und d e, und diese Strebenspannung d e horizontal und vertikal nach e f = P_2 und f b + R_2. Es ist alsdann

die gesamte Horizontalspannung $P = P_1 + P_2 =$ p n und

der gesamte Auflagerdruck $R = R_1 + R_2 =$ a f.

Werden den früheren Beispielen entsprechende Bezeichnungen gewählt, so ist:

$O_1 : Q = s_1 : h_1$

$$O_1 = \frac{Q s_1}{h_1},$$

$O_2 : \frac{Q}{2} = s_2 : h_2$

$$O_2 = \frac{Q s_2}{2 h_2},$$

$$P_1 : Q = \frac{l}{4} : h_1$$

$$P_1 = \frac{Q \cdot l}{4 h_1},$$

$$P_2 : \frac{Q}{2} = \frac{l}{2} : h_2$$

$$P_2 = \frac{Q l}{4 h_2}$$

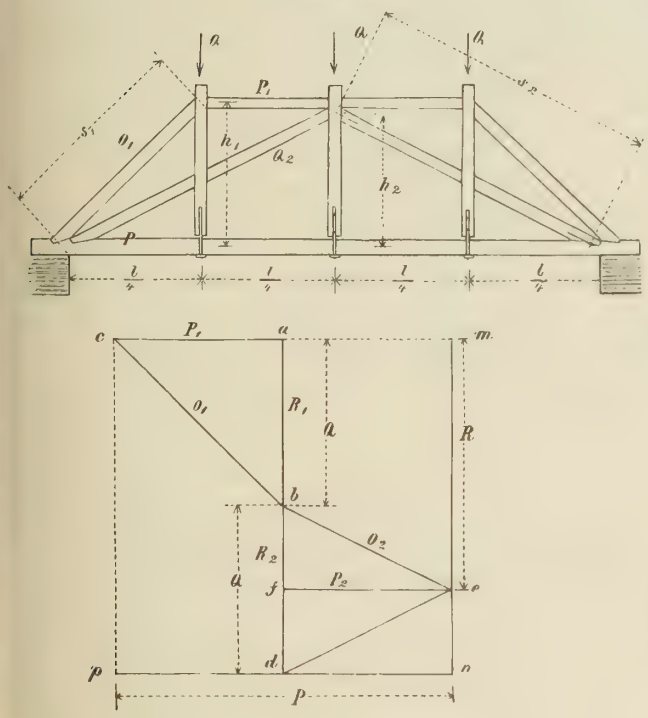
$$P = P_1 + P_2 = \frac{Q l}{4 h_1} + \frac{Q l}{4 h_2},$$

somit $R_1 = Q,$

$$R_2 = \frac{Q}{2}$$

$$R = R_1 + R_2 = 1{,}5\,Q.$$

Fig. 350.



Betreffend die Reaktion sei hier bemerkt, daß dieselbe aus dem gegebenen Belastungsfalle auf Grund der Formeln 6—12 direkt berechnet werden kann. Die beiden Auflagerreaktionen zusammen müssen stets so groß sein, wie die gesamte Belastung. Ist diese Belastung, wie bei allen oben berechneten Konstruktionen, symmetrisch verteilt, so werden die beiden Reaktionen einander gleich, d. h. jede gleich der Hälfte der Gesamtlast.

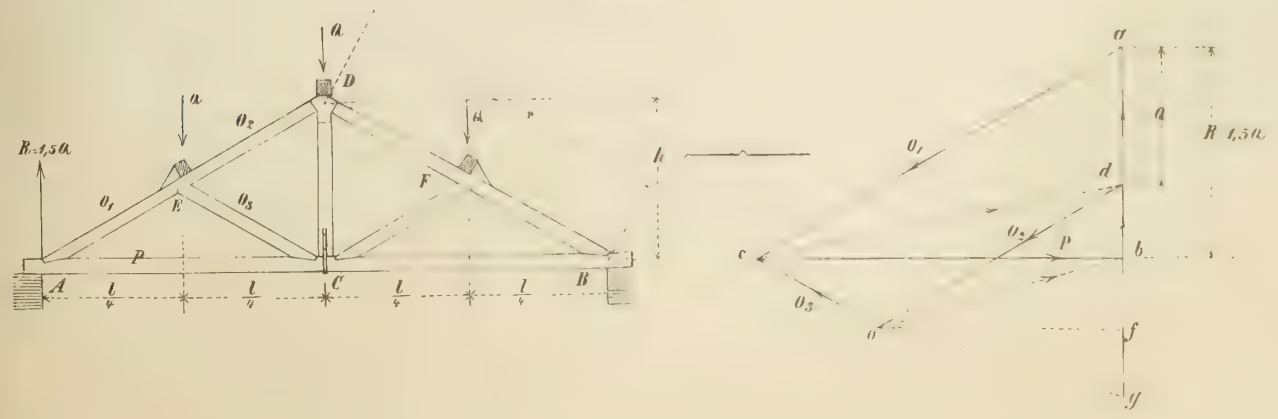
Ausgehend von dieser stets bekannten Auflagerreaktion können nun ebenfalls die Spannungen der einzelnen Konstruktionsteile ermittelt werden, sobald nur am Auflagerpunkte nicht mehr als zwei Hölzer zusammentreffen. Bei komplizirteren Konstruktionen gestaltet sich das Kräftepolygon in diesem Falle meist einfacher, und soll noch an einigen Beispielen die Konstruktion des Kräftepolygons mit Zugrundelegung der Reaktion gezeigt werden.

Ein Hängwerk mit abgesteiften Hauptstreben, als Dachstuhlbinder konstruirt, erhalte in den Knotenpunkten E, D und F, Fig. 351, etwa durch Pfetten, je eine Belastung = Q. Die horizontale Entfernung der Knotenpunkte sei $\frac{l}{4}$. Wegen symmetrischer Belastung ist die

Reaktion $A = B = 1{,}5\,Q = R.$

Diese Reaktion R, welche aufwärts gerichtet ist, ist in Seitenkomponenten nach Strebe und Hauptbalken zu zerlegen. Man mache daher die Kraftlinie $a\,b = R = 1{,}5\,Q$, zerlege nach den gegebenen Richtungen, so ist die Strebenspannung $O_1 = a\,c$ und die Hauptbalkenspannung $P = b\,c$. Da die 3 Kräfte sich im Gleichgewichte befinden müssen, ist die Pfeilrichtung durch die aufwärts gerichtete Reaktion bestimmt. Diese Strebenspannung $a\,c = O_1$ trifft nun im Knotenpunkte E mit der abwärts gerichteten Belastung Q zusammen, und sind somit diese beiden Kräfte, welche nach Größe und Richtung bekannt sind, zu einer Resultirenden zusammen zu setzen, indem man $a\,d = Q$ macht und $c\,d$ alsdann diese Resultante ergiebt. Diese Mittelkraft zerlegt

Fig. 351.



sich im Punkte E in die Seitenkomponenten nach EC und ED; zieht man also durch die Endpunkte c und d Parallele, so ergiebt cn die Spannung in EC und dn die Spannung in ED.

Im Punkte C treffen von einer Binderhälfte die Spannungen $AC = P = bc$ und die Spannung der Strebe $EC = cn = O_3$ zusammen; diese beiden Kräfte sind zur Resultirenden nb zu vereinigen, welche sich wieder horizontal und vertikal nach nf und fb zerlegt. Es kommt somit auf die mittlere Hängsäule von jeder Binderhälfte die Belastung fb, mithin von beiden Seiten $2fb = bg = Q$, sobald $\sphericalangle ECA = \sphericalangle EAC$, was oben vorausgesetzt wurde. Hierzu kommt noch die schon vorhandene Belastung Q der Hängsäule CD, so daß die Gesamtbelastung derselben $= 2Q$ beträgt.

Bei Einführung der oben gewählten Bezeichnungen ist:

$$O_1 : 1{,}5\,Q = s : h$$

$$O_1 = \frac{3\,Qs}{2h},$$

$$O_2 : Q = s : h$$

$$O_2 = \frac{Qs}{h},$$

$$P : \frac{3}{2}\,Q = \frac{l}{2} : h$$

$$P = \frac{3\,Ql}{4h},$$

$$O_3 : \frac{Q}{2} = s : h$$

$$O_3 = \frac{Q : s}{2h}.$$

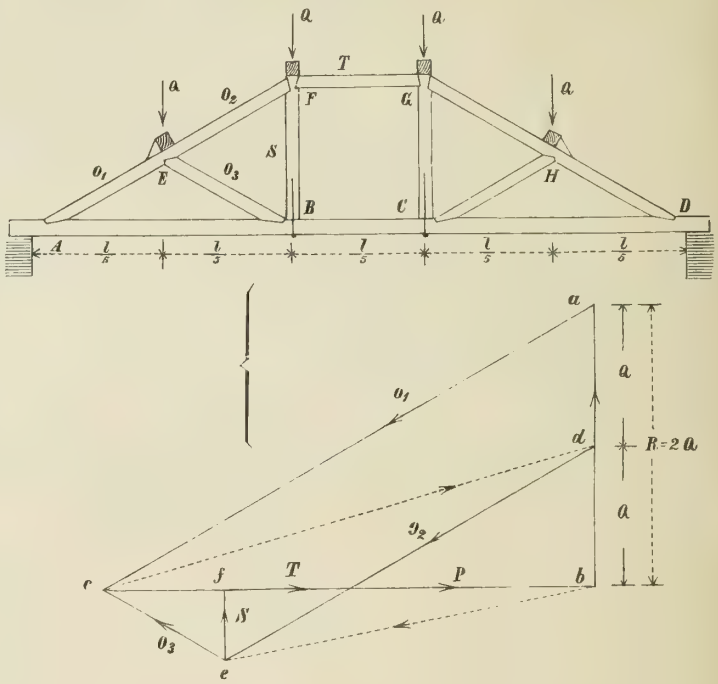
Ein doppeltes Hängwerk mit abgesteiften Hauptstreben, als Dachstuhlbinder konstruirt, Fig. 352, erhalte in den Knotenpunkten E, F, G, H je eine Belastung Q, etwa durch Pfetten übertragen, die horizontale Entfernung der Knotenpunkte ist dann $\frac{l}{5}$ und die Reaktion $A = B = \frac{4\,Q}{2} = 2\,Q = R$.

Man mache Kraftlinie $ab = R = 2\,Q$ und zerlege dieselbe in die Seitenkomponenten $ac = O_1$ und $bc = P$. Die Strebenspannung $ac = O_1$ trifft im Knotenpunkte E mit der Belastung $Q = ad$ zusammen und vereinigen sich beide Kräfte zur Resultirenden dc, welche sich wiederum zerlegt in die Spannungen EF und EB. Zieht man somit im Kräftepolygon Parallele zu diesen Richtungen, so ergeben sich die Spannungen $ce = O_3$, $de = O_2$.

Die Spannung O_2 trifft im Knotenpunkte F zusammen mit Belastung $Q = db$, welche sich vereinigen zur Mittelkraft eb; diese zerlegt sich in horizontale Riegelspannung $bf = T$ und Hängsäulenspannung $ef = S$. Die Totalbeanspruchung der mittleren Hängsäulen ist somit $Q + S$.

Um zu bestimmen, ob die auftretenden Spannungen Zug- oder Druckspannungen sind, ist zu beachten, daß das Kräftepolygon im Gleichgewicht sein muß, d. h. daß sämtliche Kräfte einerlei Pfeilrichtung erhalten müssen. Diese Pfeilrichtung ist durch die aufwärts gerichtete Reaktion bestimmt. Führt man entsprechende Schnitte durch die Konstruktion und bringt die Pfeilrichtungen an, so ergeben sich für die Streben und den Spannriegel Druckspannung, für Hängsäule und Hauptbalken Zugspannungen.

Fig. 352.



Die Aufstellung von Formeln zur Berechnung der Spannungen erfolgt auf oben angegebene Weise; das graphische Verfahren dürfte jedoch rascher zum Ziele führen.

Die Zusammensetzung eines doppelten Hängwerkes mit abgesteiften Streben und eines einfachen Hängwerkes ist in Fig. 353 dargestellt. Die Belastung der in gleicher horizontaler Entfernung angenommenen Knotenpunkte durch Pfetten sei je Q, so ist die Reaktion gleich 2,5 Q. Zur Bestimmung der Spannungen mache man wieder Kraftlinie $ab = R = 2{,}5\,Q$, zerlege in die beiden Richtungen der Strebe und des Hauptbalkens $ac = O_1$, $bc = P$. Setzt man O_1 mit der Belastung Q des Knotenpunktes B zur Resultante cd zusammen, so ist diese Mittelkraft zu zerlegen nach Richtung BC und BD, und erhält man die Spannungen $df = O_2$ und $cf = O_3$, O_2

setzt sich mit Belastung Q des Knotenpunktes D zur Resultirenden f e zusammen, welche nach den Richtungen der Hängsäule und des Spannriegels zu zerlegen ist, indem

Fig. 353.

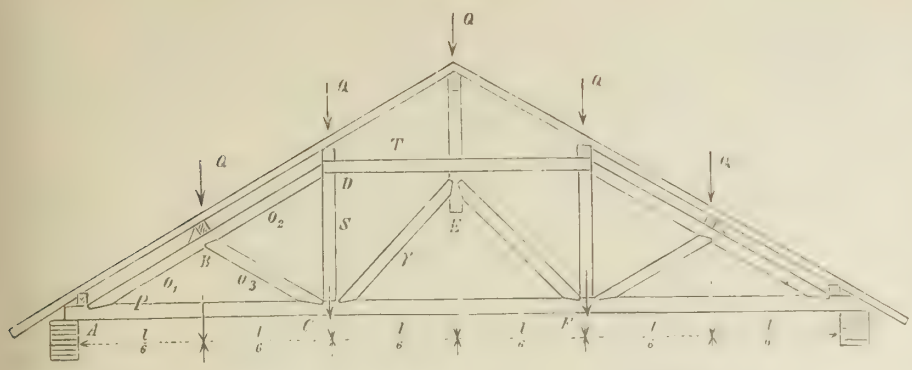
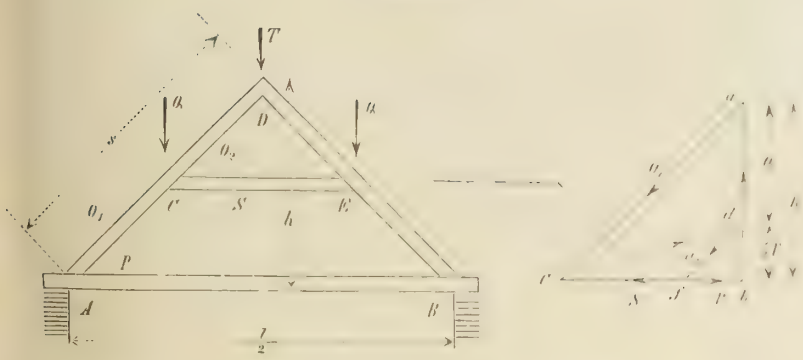


Fig. 354.



durch die Endpunkte e und f Parallele zu diesen Richtungen gezogen werden, welche sich in g gegenseitig abschneiden; g f ergiebt Spannung S und g e die Spannung T.

Die Spannungen O_3, P und S, welche im Knotenpunkte C zusammentreffen, ergeben im Kräftepolygon die Resultirende b g, welche sich nach den Richtungen von C E und C F zerlegt in die Spannungen g h und h b. Da sich die sämtlichen Kräfte im Gleichgewichte befinden müssen, so ist die Pfeilrichtung durch die aufwärts gerichtete Reaktion bestimmt.

Die bei diesen Konstruktionen in den sogenannten Leergebinden auftretenden Pfettenpressungen sind genau nach der weiter unten bei den Pfettendächern entwickelten Weise zu bestimmen.

Das einfache Kehlbalkendach.

Beim einfachen Kehlbalkendache, Fig. 354, findet in jedem Gebinde die Absteifung der Sparren durch den mittels Zapfen eingespannten Kehlbalken statt. Die totale Dachbelastung ist auf die einzelnen Knotenpunkte zu verteilen, und bezeichnen wir die Belastung im Punkte C mit Q, im Firstpunkte D mit T, und ist alsdann die Reaktion $R = Q + \frac{1}{2} T$.

Die Bestimmung der Spannungen erfolgt nun genau auf die oben angegebene Weise:

Man mache die Kraftlinie $a b = R$, zerlege dieselbe in die beiden Richtungen $a c = O_1$, und $b c = P$, setze O_1 mit Belastung Q des Knotenpunktes C zur Resultirenden d c zusammen, welche wiederum zu zerlegen ist nach den Richtungen C E und C D, d. h. $d f = O_2$ und $C f = S$. Die Pfeilrichtung der einzelnen Kräfte ist hier wiederum durch die aufwärts gerichtete Reaktion bestimmt.

Mit Einführung der Bezeichnungen ergiebt sich:

$$O_1 : R = s : h$$

$$O_1 = \frac{R s}{h},$$

$$P : R = \frac{1}{2} : h$$

$$P = \frac{R \cdot l}{2 h}$$

$$f b : f d = c b : a c,$$

d. h. $(P - S) : O_2 = P : O_1$

$$(P - S) = \frac{O_2 P}{O_1},$$

$$S = P - \frac{O_2 P}{O_1} = \frac{P}{O_1} (O_1 - O_2),$$

$$O_2 : \tfrac{1}{2} T = s : h$$

$$O_2 = \frac{T s}{2 h}.$$

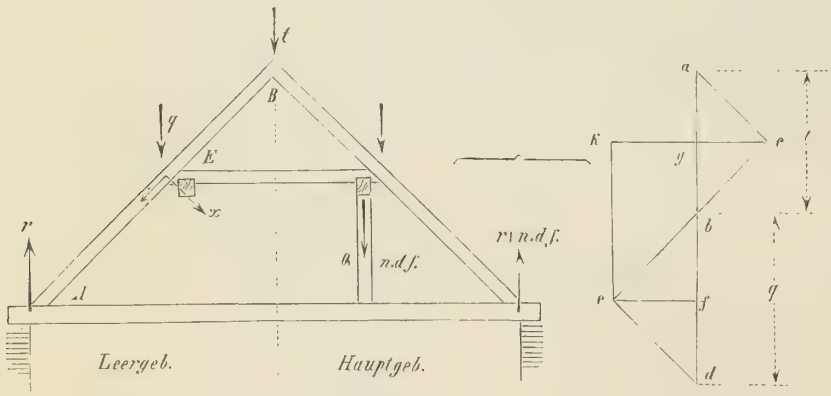
Bei der Querschnittsberechnung ist zu beachten, daß

die Sparren durch die als gleichmäßig verteilt anzusehende Dachbelastung auf Biegungsfestigkeit, durch die Spannung O_1 dagegen auf Druck beansprucht werden, und mithin auf kombinirte Beanspruchung zu berechnen sind. Ebenso wird der Kehlbalken durch sein eigenes Gewicht oder aufgebrachte zufällige Belastung auf Biegung, durch die Spannung S auf Druckspannung, also ebenfalls auf kombinirte Festigkeit beansprucht.

Der doppelte stehende Kehlbalkendachstuhl.

Bei der Bestimmung der Spannungen des doppelten stehenden Kehlbalkendachstuhles, Fig. 355, ist zunächst zu

Fig. 355.



unterscheiden zwischen Leergebinde und Hauptgebinde. Die Bestimmung der Spannungen kann nicht von der Reaktion aus erfolgen, indem diese Reaktion in den einzelnen Gebinden nicht gleich der Hälfte der Belastung wird, da ein Teil dieser Belastung durch die Stuhlpfette aufgenommen und auf den Stuhlpfosten übertragen wird, wodurch sich die Reaktion des Hauptgebindes entsprechend vermehrt.

Es sei die Firstbelastung der einzelnen Gebinde t, des mittleren Knotenpunktes E = q und die Reaktion = r.

Leergebinde. Man mache die Kraftlinie ab = t, zerlege nach den beiden Sparrenrichtungen, und erhält man die Sparrenspannungen ac und bc. Im Punkte E ist die daselbst wirkende Belastung q zunächst zu zerlegen in Seitenkomponenten nach der Richtung von EA und senkrecht zu EA nach x. Man mache daher Kraftlinie bd = q, ziehe be parallel EA und de parallel x und senkrecht be, so ist be = O_2 die Spannung des unteren Sparrenteiles, von q herrührend; von der Belastung t resultirt ein Sparrenschub cb, und ist mithin der gesamte, im Punkte A wirkende Sparrendruck cb + be = ce. Dieser Druck zerlegt sich horizontal und vertikal und ist somit die Balkenspannung P = ck und die Reaktion r = gf = ek.

Die zur Sparrenrichtung senkrechte Spannung x = ed zerlegt sich nun weiter in eine Spannung in der Richtung des Kehlbalkens und eine Pressung auf die Stuhlpfette. Zerlegt man mithin die Spannung ed in horizontaler und vertikaler Richtung, so stellt ef die Spannung des Kehlbalkens und fd die senkrechte Belastung der Stuhlpfette in jedem einzelnen Gebinde dar.

Hauptgebinde. Bei Annahme von n Leergebinden zwischen 2 Hauptgebinden wird die Belastung der Pfette gleich n . df sein, welche Last auf den Stuhlpfosten übertragen wird. Durch den Bundbalken kommt diese Belastung auf das Auflager, und ist mithin die Reaktion im Hauptgebinde = r + n . df.

Die Gesamtreaktion eines Hauptgebindes und n Leergebinden muß gleich sein der Belastung der einen Dachhälfte.

Die Belastung ist: $n \cdot q + n \cdot \frac{1}{2} t = n\left(q + \frac{1}{2} t\right)$,

sämtliche Reaktionen: $n \cdot r + n \cdot df = n \cdot gf + n \cdot df = n(gf + df) = n\left(q + \frac{t}{2}\right)$,

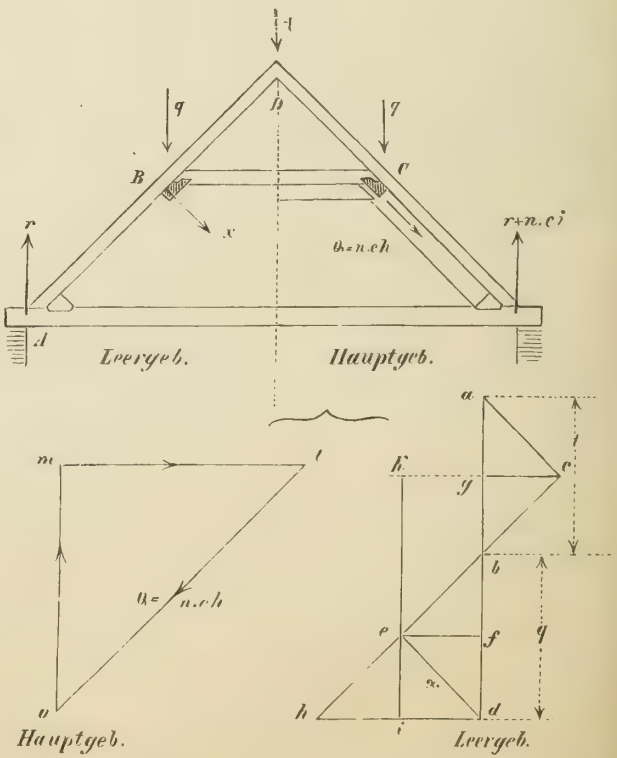
so daß dieser Bedingung entsprochen ist.

Der liegende Kehlbalkendachstuhl, Fig. 356.

Die Bildung des Kräftepolygons erfolgt auf die gleiche Weise wie beim stehenden Stuhle.

Leergebinde. Kraftlinie ab = t; man zerlege nach den beiden Sparrenrichtungen ac und

Fig. 356.



b c, mache die Kraftlinie b d = Belastung q des Knotenpunktes B, zerlege solche nach der Richtung des Sparrens A B und senkrecht zu A B nach x, und erhält man so die Sparrenbeanspruchung b e und die Beanspruchung x = e d. Der Gesamtsparrenschub wird mithin wie beim stehenden Stuhle = c e, und hieraus Reaktion r = g f = k e und Horizontalschub P = c k.

Die Kraft x ist in zwei Seitenkomponenten in der Richtung des Kehlbalkens und senkrecht zur Pfette zu zerlegen, und man erhält d h gleich Kehlbalkenspannung und e h gleich Pfettendruck.

Hauptgebinde. Bei Annahme von n Gebinden zwischen zwei Hauptgebinden erhält die Pfette eine Belastung Q = n . e h, welche Belastung durch die Strebe auf den Bundbalken übertragen wird und sich daselbst in horizontale und vertikale Komponente zerlegt. Macht man daher die Kraftlinie l o = n . e h, so ist die durch diese Belastung hervorgerufene Reaktion = m o = n . e i, und ebenso die Bundbalkenspannung = m l = n . h i. Die Gesamtreaktion des Hauptgebindes ist somit = r + n . e i.

Die Reaktionen der Haupt- und der Leergebinde sind = n . r + n . e i = n (r + e i) = n (g f + f d) = $n\left(q+\frac{1}{2}t\right)$, somit wieder gleich der gesamten Belastung.

Die Druckspannung der einzelnen Kehlbalken ist h d.

Bei Berechnung des Pfettenquerschnittes ist zu beachten, daß die Pfette nach der Richtung x durch die als gleichmäßig verteilt anzusehende Belastung n . x = n . e d und nach der Richtung der Q durch die ebenfalls gleichmäßig verteilte Belastung n . e h auf Biegung beansprucht wird. Es ist mithin der Pfettenquerschnitt zu berechnen einmal auf eine Beanspruchung n . e d und einmal auf eine solche von n . e h.

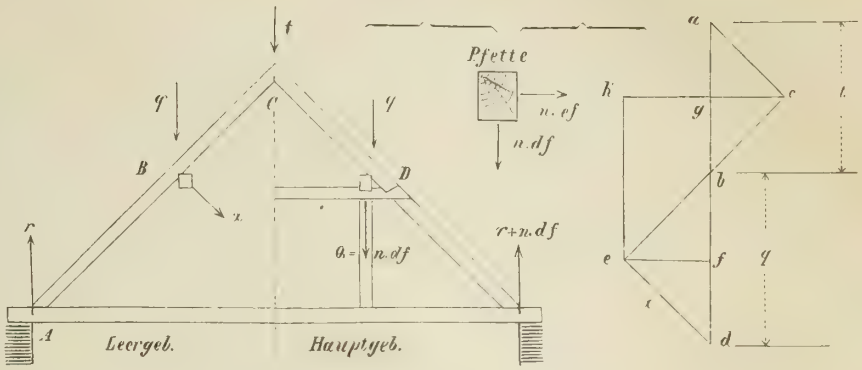
Der stehende Pfettendachstuhl, Fig. 357.

Auch bei den Pfettendachstühlen erfolgt die Bildung der Kräftepolygone genau auf die eben beschriebene Weise.

Leergebinde. Kraftlinie a b = t; diese Belastung nach den Sparrenrichtungen zerlegt, ergiebt die Sparrenspannungen a c und b c. Die Belastung q des Knotenpunktes B zerlegt sich zunächst nach Richtung A B und senkrecht zu A B nach x; macht man daher b d = q und zerlegt nach b e und e d, so ist der gesamte Sparrenschub = c e, was eine Reaktion r = e k und einen Pfettenschub p = c k ergiebt.

Die Spannung x = e d zerlegt sich horizontal und vertikal nach e f und d f.

Fig. 357.



Hauptgebinde. Bei n Gebinden wird die senkrechte Pfettenbelastung n . d f = Q, welche Belastung der Bundpfosten aufzunehmen hat und durch den Bundbalken auf das Auflager überträgt. Die Reaktion des Hauptgebindes ist daher wie beim stehenden Balkendachstuhle = r + n . d f. Während dagegen bei letzterem Dachstuhle die Pfette nur eine senkrechte Belastung n . d f aufzunehmen hatte, wird bei dem Pfettendachstuhle noch die Pfette in horizontalem Sinne durch eine Last n . e f auf Biegung beansprucht, was bei der Querschnittsberechnung zu beachten ist. Während also in der Konstruktion das Bestreben vorhanden ist, diese mittlere Pfette nach innen zu kanten, welchem Bestreben durch entsprechend angeordnete Büge entgegengewirkt werden kann, herrscht in der unteren Schwelle durch den Sparrenschub k c das Bestreben vor, dieselbe nach außen zu drücken, d. h. gerade in entgegengesetzter Richtung zu wirken.

Nach dem Mitgeteilten bietet die Bestimmung der Spannungen des liegenden Pfettendachstuhles keine neuen Gesichtspunkte und soll deshalb nur noch das Kräftepolygon für den liegenden Pfettendachstuhl bei Annahme eines Kniestockes entwickelt werden.

Der liegende Pfettendachstuhl mit Kniestock, Fig. 358.

Leergebinde. Für das Leergebinde erhält man genau wie bei dem stehenden Pfettendachstuhle:

Sparrendruckspannung = c e,
Horizontalschubspannung = c k,
Reaktion = e k,
Pfettenbeanspruchung x = e d,
hieraus horizontale Beanspruchung der Pfette = e f,
vertikale „ „ „ = d f.

Hauptgebinde. Bei Annahme von n Gebinden zwischen 2 Hauptbindern ergiebt sich eine vertikale Belastung der Pfette B: $Q = n \cdot df$, welche Belastung sich auf den Hauptbund überträgt. Dieselbe ist in zwei Seitenkomponenten nach Richtung der Strebe und des Spannriegels zu zerlegen. Man mache daher Kraftlinie $a_1 b_1 = n \cdot df = Q$, ziehe $a_1 c_1 \parallel BD$, $c_1 b_1 \parallel BF$, so ist

$a_1 c_1 = S_1$ die Strebenspannung,

$c_1 b_1 = T_1$ die Spannriegelspannung.

S_1 zerlegt sich am Fußende in horizontale und vertikale Komponente nach $c_1 b_1$ und $b_1 a_1$.

Durch die horizontale Beanspruchung der Pfette B wird außerdem noch eine Druckspannung in der Größe dieser horizontalen Beanspruchung hervorgerufen $= n \cdot ef$, so daß die thatsächliche Druckspannung des Spannriegels ist $= n \cdot ef + T_1$.

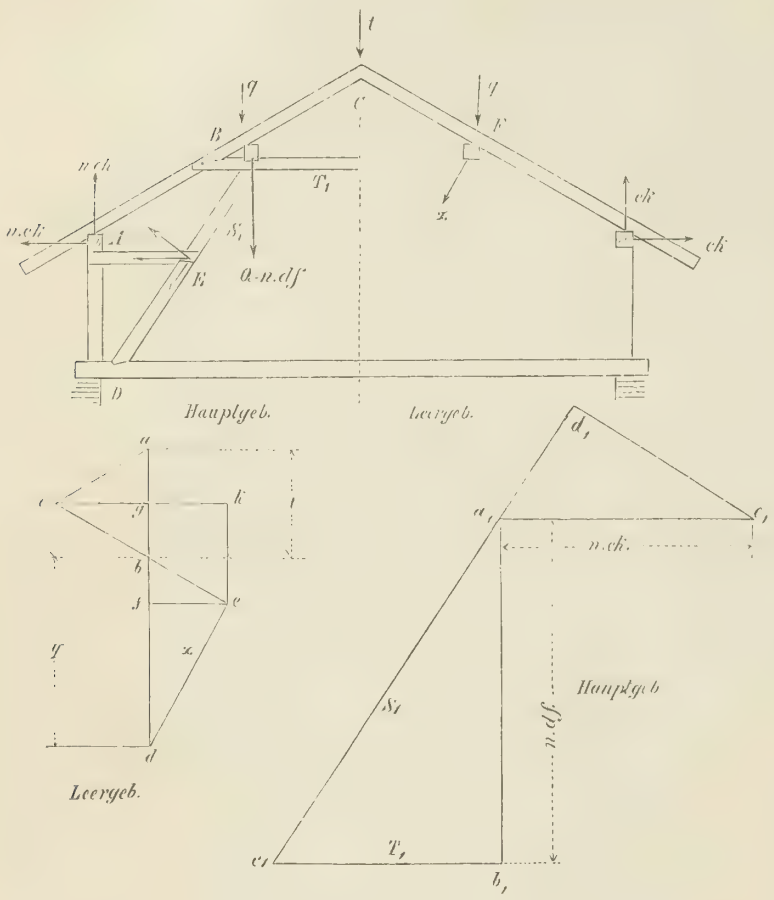
Die Kniestockpfette erhält eine

vertikale Beanspruchung $= n \cdot ek$ und

horizontale „ $= n \cdot ck$.

Die vertikale Beanspruchung überträgt sich durch den Kniestockpfosten auf den Bundbalken nach D, und ist somit die Gesamtreaktion des Bundbalkens $= n \cdot ek + a_1 b_1 = n(ek + fd) = n\left(q + \frac{1}{2} t\right)$.

Fig. 358.



Die horizontale Beanspruchung der Kniestockpfette wird ebenfalls auf die Befestigungspunkte und durch die Zange AE auf die Strebe übertragen. Diese horizontale Spannung zerlegt sich in zwei Seitenkomponenten in der Richtung der Strebe und senkrecht zu derselben. Man mache daher Kraftlinie $a_1 e_1 = n \cdot ck$, ziehe $a_1 d_1 \parallel DB$, $e_1 d_1 \perp a_1 d_1$, so ist $a_1 d_1$ eine in der Strebe auftretende Zugspannung (welche einen Teil der Druckspannung $a_1 c_1$ aufhebt, jedoch bei der Querschnittsberechnung nicht berücksichtigt wird), während die Spannung $d_1 e_1$ die Strebe auf Biegungsfestigkeit beansprucht und somit dieselbe auf kombinirte Festigkeit berechnet werden muß.

Da die größeren Dachstuhlkonstruktionen Zusammensetzungen der bis jetzt besprochenen Systeme sind, so kann die Bildung der Kräftepolygone, d. h. die Ermittelung der Spannungen, stets nach den entwickelten Grundzügen erfolgen.

Nachdem wir die Dachformen, sowie die wesentlichsten Verbindungen der Dachkonstruktionen kennen gelernt haben, können wir zu den letzteren übergehen.

§ 5.

Konstruktion der Dachgerüste.

Die ausgedehnteste Verwendung haben unstreitig die Satteldächer, welche zunächst in Betracht kommen sollen, worauf dann die Pultdächer, Walm- und Zeltdächer u. s. f. folgen werden.

Die Konstruktion der Satteldächer ist abhängig von der Dachbalkenlage, ob diese nämlich vorhanden ist oder nicht, und wenn sie vorkommt, ob sie hinreichend unterstützt ist oder nur auf den Umfassungsmauern aufliegt, in welchem Falle sie an den Dachstuhl angehängt werden muß.

Darnach ergeben sich drei Gruppen von Satteldächern, und zwar solche:

I. mit unterstützten Balkenlagen,

II. mit nicht unterstützten Balkenlagen,

III. ohne Balkenlagen.

In diese 3 Hauptabteilungen, deren Unterabteilungen später folgen werden, lassen sich die verschiedenen Konstruktionen der Satteldächer bringen, wie solche bei Ökonomie- und Wohngebäuden, Kirchen, Hallen aller Art u. s. f. vorkommen. So lange die Dächer nur ein Viereck, Polygon oder Kreis als Grundriß haben, nennt man sie einfache, dagegen erhält man zusammengesetzte Dächer, wobei so-

genannte Kehlen, Dachkehlen, entstehen, durch Kombination jeder einfachen Grundfiguren.

§ 6.

I. Satteldächer mit unterstützten Balken.

a. Einfache Sparrendächer.

Das einfachste Dach, „Sparrendach", welches in Fig. 257 dargestellt ist, wird erhalten durch Zusammenstellung zweier Sparren von in der Regel gleicher Länge mit je einem wagerecht liegenden Dachbalken, wie dies schon in der Einleitung des § 3 erklärt ist. Darnach bildet jedes Dachgebind ein gleichschenkliges festes Dreieck, welches durch die Latten oder Schalbretter mit den benachbarten verbunden und abgesteift wird.

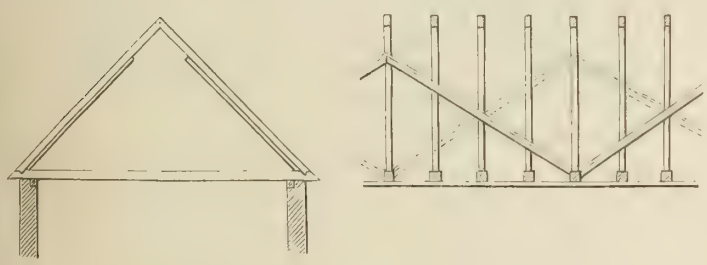
Die Sparren, welche sich gegenseitig stützen, werden bei 3—4 m Länge 12 cm hoch und 10 cm breit, und bei 4—5 m Länge 15 cm hoch und 12 cm breit angenommen. Die Entfernung der Dachgebinde voneinander richtet sich unter Zugrundelegung dieser Sparrenabmessungen nach der Länge der Latten oder Schalbretter, welche auf den Sparren gestoßen werden, sowie nach der Stärke der ersteren und dem Gewicht des Deckmateriales. Sie beträgt:

beim Stroh- und Schindeldach .	1,5 —2 m
„ Metalldach	1,0 —1,2 „
„ Schieferdach	0,90—1,2 „
„ gewöhnlichen Ziegeldach .	0,75—1,0 „
„ Ritter- oder Kronendach .	0,70—0,90 „

Die hier angegebenen Entfernungen der Sparren voneinander gelten nicht allein für die kleinen Sparrendächer, sondern sind auch für die größeren Dachwerke maßgebend.

Wenn nun auch die Entfernung der einzelnen Sparrengebinde voneinander durch die aufgenagelten Latten oder Schalbretter gesichert erscheint, so muß doch gegen Verschiebung des Daches seiner Länge nach gesorgt werden. Die hierauf bezügliche Anordnung nennt man die Konstruktion des Längenverbandes. Ein solcher wird erzielt durch die sogenannten Windrispen, Sturm- oder Schwebelatten, Fig. 359, von 7—10 cm Dicke, 12 bis 16 cm Breite und 4—5 m Länge. Die Sparren legen sich entweder nur auf die Breitseite dieser Windrispen auf, oder sie werden noch etwas in sie eingelassen und in beiden Fällen mit langen Nägeln verbunden. Die Windrispen greifen mit einer Klaue auf den Dachbalken und enden oben in der Mitte eines Sparrens, wo sie sich an die benachbarten stumpf anlehnen. Durch die punktirt angegebenen Windrispen ist ihre Lage an der entgegengesetzten Dachfläche bezeichnet.

Fig. 359.



Die Verbindung der Sparren mit dem Balken geschieht gewöhnlich mittels des schrägen Zapfens Fig. 265. Am First des Daches, wo beide Sparren zusammenstoßen, werden sie durch den Scherzapfen oder Schlitzzapfen, Fig. 73, und hölzerne Nägel verbunden; dagegen zieht man bei schwachen Sparren die Überblattung dem Schlitzzapfen vor.

Treten die Sparren über die Mauerflucht vor, so werden sie, wie in Fig. 268, auf die ebenfalls vortretenden Balken, sowie auf eine „Sparrenschwelle", „Sicherheitsschwelle" aufgekämmt. Eine sehr solide Verbindung zeigt Fig. 269, bei welcher der Sparren, nachdem er an beiden Seiten um je 2 cm ausgeschnitten wurde, in den Ausschnitt des Balkens eingesetzt und mit diesem verbohrt und vernagelt wird.

b. Kehlbalkendächer.

Werden die Dachsparren länger als 4—5 m, ohne daß eine Querschnittsverstärkung derselben stattfindet, so müssen sie gegen das Einsenken gesichert werden, was durch Anordnung eines Kehlbalkens von der Stärke der Sparren geschieht, Fig. 258, deren Verbindungen schon in § 3 erklärt sind. Der Kehlbalken wird am besten im Schwerpunkte der Sparren angebracht, wobei aber das Dach mindestens ein Winkeldach oder besser ein noch steileres sein muß, damit der untere Speicherraum nicht zu niedrig wird.

Eine andere Unterstützung der Dachsparren ist in Fig. 259 durch Pfosten oder Streben gezeichnet, sowie endlich Fig. 260 die Absteifung der einzelnen Gebinde durch Kehlbalken und Pfosten darstellt, woselbst auch, S. 78, die Verbindungen beschrieben sind, auf die wir verweisen.

Die Dächer, deren Konstruktion aus der Zusammensetzung gleicher abgesteifter Gebinde besteht, waren zwar im Mittelalter sehr gebräuchlich, worüber das unten erwähnte Werk[1]) sehr interessante Beispiele aufweist, allein sie sind in neuerer Zeit ihrer Kostspieligkeit an Material und Arbeit wegen wenig mehr im Gebrauch. Dagegen ist man von dem Grundsatz ausgegangen, nur einzelne Dachgebinde besonders fest zu konstruiren, diese in gewissen Zwischenräumen aufzustellen und dadurch den dazwischen liegenden eine Stütze zu geben. Diese stärker konstruirten Dach-

1) Violet-le-Duc: „Dictionnaire raisonné de l'Architecture", tome 3: „charpente".

gebinde nennt man Dachbinder, Binder und die dazwischen liegenden Zwischen- oder Leergebinde. Letztere sind aber von den Lehrgebinden zu unterscheiden, welchen Namen dasjenige Gebinde erhält, welches zuerst „abgebunden" wird und dann als Lehre oder Schablone für alle übrigen dient.

Bei den mit einzelnen Dachbindern konstruirten Dächern kann man zwei verschiedene Anordnungen unterscheiden, ob nämlich die Sparren der Zwischen- oder Leergebinde durch Kehlbalken und diese von den Bindern aus unterstützt werden, oder ob die Sparren der Leergebinde diese Unterstützung durch horizontal liegende und sie rechtwinklig kreuzende Hölzer, sogenannte Dachpfetten, erhalten, welch letztere wiederum von den Bindern unterstützt werden. Die ersteren heißen Kehlbalkendächer, die letzteren Pfettendächer.

Die meisten Schwierigkeiten bieten beim Entwerfen der Dachkonstruktionen die Dachbinder bezüglich ihrer Konstruktion und Anordnung. Dieselben zerfallen in stehende und liegende Dachstühle, Stühle. Unter diese beiden Abteilungen der stehenden und liegenden Dachstühle wollen wir versuchen, die Konstruktionen der Pfetten- und Kehlbalkendächer zu bringen, und zwar in direkter und indirekter Verbindung mit den Dachbalken.

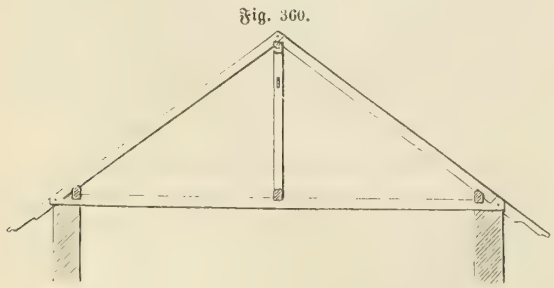
Der stehende Dachstuhl.

a. Bei Pfettendächern.

Betrachten wir zunächst solche, welche in direkter Verbindung stehen mit den Dachbalken.

Das einfachste Pfettendach ist in Fig. 261 dargestellt, bei welchem die Firstpfette durch einen Pfosten unterstützt ist, welcher Stuhlpfosten genannt wird und mit der

Fig. 360.



Firstpfette — Stuhlpfette — den einfachstehenden Stuhl bildet. Ein solches Dach heißt auch Stuhldach, Pfettenstuhldach.

Die hintereinander aufgestellten Stuhlpfosten bilden eine Stuhlwand. Je nachdem die Stuhlpfosten senkrecht oder schief stehen, erhält man den stehenden oder liegenden Dachstuhl; ebenso stehende und liegende Stuhlwände. Ist der Stuhlpfosten, wie in Fig. 261, in der Mitte eines Dachbalkens eingezapft, so muß dieser unterstützt werden; bringt man dagegen über den Balken eine Schwelle, Stuhlschwelle, an (Fig. 360), so wird der Druck des Stuhlpfostens auf mehrere Balken verteilt, und es entsteht der verschwellte Stuhl im Gegensatz zum unverschwellten, wenn diese Schwelle fehlt.

Wenn die Sparren, wie bei Fig. 257, an ihrem Fuße in die Dachbalken eingezapft sind, so bilden sie unverschiebliche Dreiecke und üben einen Seitenschub aus auf die Kopfenden der Balken, der durch die Verbindung aufgehoben werden muß. Dieser Seitenschub hört aber auf, wenn eine Firstpfette angeordnet wird, auf welcher die verscherten und verbohrten Sparren aufgesattelt und mit eisernen Nägeln — Leistnägeln — befestigt werden, die 6—10 cm in die Pfette eingreifen müssen. Es ist daher die Anbringung einer Firstpfette, wenn die Sparren nicht eingezapft werden, sondern über die Fassadenmauern vortreten sollen, wie bei Fig. 261, ganz besonders zu empfehlen, obschon die Sparren nicht allein auf den Dachbalken, sondern auch auf den Sparrenschwellen aufgekämmt und mit Leistnägeln befestigt sind. Die Sparrenschwellen werden 4—5 cm in die Dachbalken eingelassen. Damit aber die Sparren durch den Sturm nicht gehoben werden können, ist eine Verblattung und Verbohrung derselben mit den Balken der Verkämmung vorzuziehen, wobei hölzerne, in die Bohrlöcher eingetriebene Nägel genügen, Fig. 269. Durch diese „feste Knotenbildung" aber sind die Sparrengebinde solid miteinander verbunden, und zur Sicherstellung der Stuhlpfosten nach der Länge des Daches, sowie zur Unterstützung der Firstpfette zwischen den Pfosten dienen die Kopfbüge, Fig. 261. Durch Anordnung von Sturmlatten zwischen Pfette und Schwellen können die Dachflächen der Länge nach abgesteift werden und die Sparren noch weitere Unterstützungspunkte finden. Die Stuhlpfosten, Pfetten und Schwellen oder die Bundhölzer werden 15—18 cm stark angenommen, wobei man der Firstpfette gewöhnlich 3 cm mehr Höhe als Breite giebt. Die Entfernung der Stuhlpfosten voneinander beträgt 3—4 m. Nur die Bundsparren entsprechen den Stuhlpfosten, während die Leersparren auf den Schwellen und der Firstpfette allein aufliegen.

Der einfachstehende Stuhl besitzt nur geringe Stabilität, welche abhängig ist von der Unverschiebbarkeit der Gebinde, und da er außerdem den Speicherraum sehr beengt, so findet seine Anwendung meistens nur bei unbedeutenden, nicht sehr hohen Dächern statt.

Der doppeltstehende Dachstuhl, Fig. 3, Taf. 21, entsteht, wenn anstatt einer Firstpfette zwei Zwischenpfetten mit zwei Stuhlwänden zur Unterstützung der Sparren erforderlich sind. Er wird in Verbindung mit einem Kehlbalken in dem Bindergespärre ausgeführt, wobei letzterer aber eigentlich nicht zur Unterstützung der Sparren, sondern nur zur Bildung eines guten Querverbandes angeordnet

wird, als Zange dient und in den Leergebinden fehlt. Dieses Verbandstück oder Bundholz, welches nicht nur zusammen zu halten, sondern auch zu verspannen hat, heißt Spannriegel, Brustriegel. Seine Verbindung mit dem Bundsparren, der Pfette und Pfosten ist in Fig. 279 und 280 dargestellt. Weit fester sind aber die Verbindungen Fig. 281—283, nach welchen feste Dreiecke oder „feste Knoten" gebildet werden. Dabei sind aber die Kopfbüge nicht so leicht anzuordnen, wie bei Fig. 279—280. Die beiden Stuhlpfosten Fig. 3, Taf. 21, verlangen einen Bundbalken, welcher durch Wände oder Pfosten unterstützt werden muß. Daß auf eine recht feste Verbindung der Sparren mit Schwelle und Balken Bedacht zu nehmen ist, wurde schon beim einfachsten Stuhl erklärt.

Da bei Fig. 3, Taf. 21, die Firstpfette fehlt, so ist es zweckmäßig, darauf Rücksicht zu nehmen, daß stets der unterhalb der Zwischenpfetten liegende Teil der Sparren länger ist, wie der oberhalb liegende Teil, oder daß die Schwerpunkte der Dachflächen unter die Pfetten zu liegen kommen, weil dann das Streben der Dachflächen, sich um die Pfetten als Drehachsen zu drehen, in Wegfall kommt. Für den Querverband sind die Büge zwischen Stuhlpfosten und Spannriegel und für den Längenverband die Kopfbüge zwischen Pfosten und Stuhlpfetten angebracht. Außerdem können Sturmlatten direkt unter den Sparren, etwa in Form von Andreaskreuzen, zwischen Pfette und Sattelschwelle und zwischen den Bindern angelegt werden, um das Verschieben der Dachflächen zu verhindern.

Der doppeltstehende Stuhl mit Kniewand, Fig. 2, Taf. 21, unterscheidet sich zunächst von dem vorhergehenden dadurch, daß die unteren Sparrenenden nicht mehr so fest gefaßt werden können, wie dies bei Fig. 3 möglich ist, da sie nur auf den erhöht gelegenen Sparrenschwellen — Sattelschwellen — aufgesattelt oder besser aufgekämmt werden, Fig. 271—272. Diese Sattelschwellen werden durch kleine Pfosten — Kniewandpfosten — unterstützt, welche an Stelle der Binder, sowie an den Enden oder Wiederkehren der Umfangsmauern angebracht und in die Balken und Sattelschwellen eingezapft werden. Obschon man sie bald nach dem Aufschlagen des Daches einmauert, verlangen sie doch eine Sicherstellung gegen den Druck, welchen die Sattelschwelle von der Dachfläche empfängt. Zu diesem Zwecke sind zwei Zangen angeordnet, Fig. 271 und 272, zu deren Befestigung aber wieder zwei weitere Verbandstücke — Streben — erforderlich sind, welche dann die zum Querverband dienenden Büge, Fig. 3, entbehrlich machen.

Wenn man sich auch zur Feststellung der Sattelschwelle mit der Konstruktion Fig. 361 zur Not behelfen könnte, so ist doch eine stellenweise Anordnung der Streben, wenn auch nicht bei allen Bindern, und namentlich bei großen, den Stürmen sehr ausgesetzten Dächern durchaus erforderlich. Die Verbindungen an der Kniewand sind aus den Fig. 271—272 zu ersehen. Der Längenschnitt von

Fig. 361.

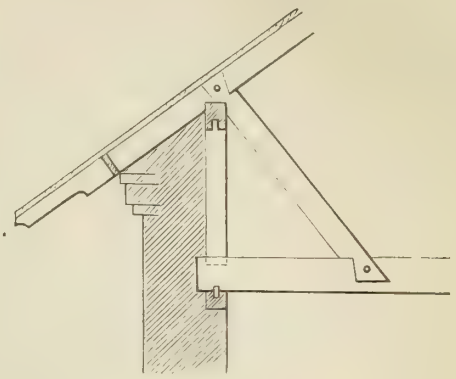
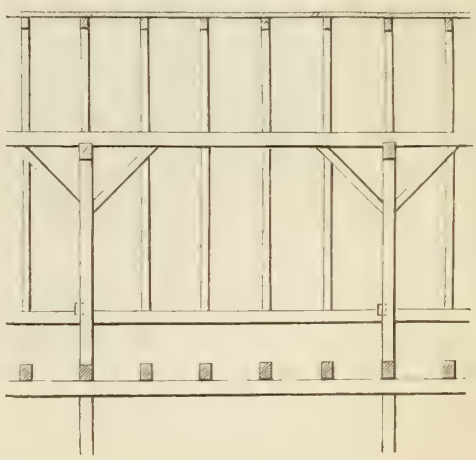


Fig. 2, Taf. 21, ist in Fig. 362 dargestellt, und zwar in gleichem Maßstabe. Balken und Sparren sind 0,76 m und die Binder 3,80 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt. Ebenso ist auch die Balken- und Sparreneinteilung,

Fig. 362.

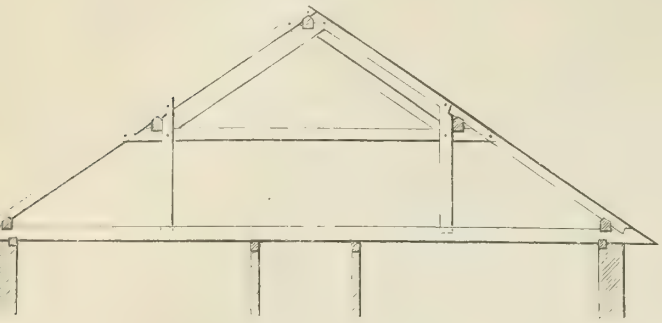


sowie die Binderstellung von Fig. 3, Taf. 21, gedacht, deren Längenschnitt von Fig. 2 so wenig abweicht, daß wir seine Darstellung nicht für nötig fanden.

Wird die Tiefe des Daches, Fig. 3, so groß, daß eine Firstpfette anzuordnen ist, und unterstützt man dieselbe wieder durch einen Stuhlpfosten, dann würde der dreifachstehende Stuhl mit direkter Verbindung mit den Dachbalken entstehen, welcher aber in Fig. 363 der Raumgewinnung wegen dadurch umgangen ist, daß der doppeltstehende Stuhl mit dem einfachliegenden kombinirt wurde. Die Verbindungen an der First sind in Fig. 275 und die an der Zwischenpfette in Fig. 288 gezeichnet.

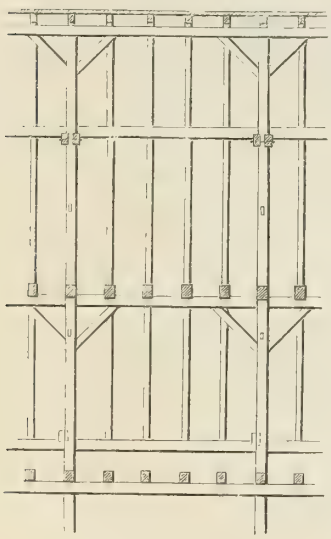
Der dreifachstehende Stuhl mit Kniewand, Fig. 1, Taf. 21, dessen Längenschnitt in gleicher Größe in Fig. 364 dargestellt ist, besteht aus drei Stuhlpfosten,

Fig. 363.



welche die Stuhlpfetten tragen, auf denen die Kehlbalken aufgekämmt sind, die an ihren Enden die Dachsparren und Pfetten aufnehmen. Der Kehlbalken an den Bindern ist zugleich Spannriegel und wird durch drei Paare Kopfbüge abgesteift, während drei weitere Paare auch die Stuhlpfetten gegen Längeverschiebung sichern. Zwischen den unteren Mittelpfetten und der Firstpfette liegen die oberen Mittelpfetten, welche auf Zangen ruhen, die mit dem die Firstpfette stützenden Stuhlpfosten und mit den langen Kopfbändern verschraubt sind. An der Kniewand ist die Sattelschwelle durch eine Konstruktion festgestellt, welche sich selbst erklärt.

Fig. 364.

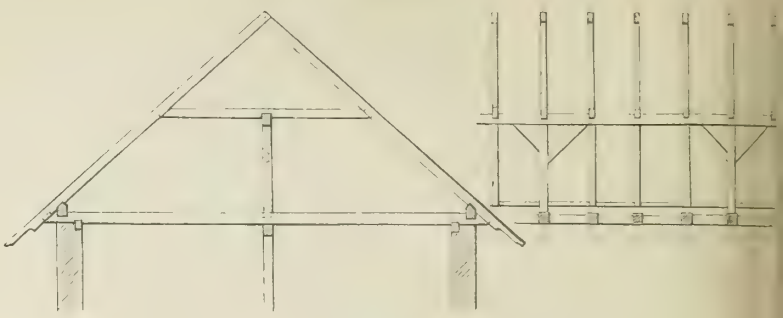


b. Bei Kehlbalkendächern,

welche mit den Dachbalken in direkter Verbindung stehen.

Die einfachste Konstruktion dieser Art haben wir in Fig. 258 kennen gelernt. Wird daselbst der Kehlbalken länger, so daß Einbiegung zu befürchten wäre, dann ist in seiner Mitte ein Rahmholz, Stuhlpfette anzubringen, die in Entfernungen von 3—4 m durch mit Kopfbügen versehene Stuhlpfosten zu unterstützen sind, wodurch wieder der einfachstehende Stuhl entsteht, wie er im Quer- und Längenschnitt in Fig. 365 dargestellt ist. Dabei erhalten die Stuhlpfetten eine Breite von 15—18 cm bei einer Höhe von 18—21 cm, je nach der Größe der Dächer, und die Sparren 15 cm Höhe und 12 cm Breite. Die Kehlbalken erhalten nicht selten die Stärke der Sparren; bei größeren Dächern oder Zunahme der freien Legweite werden sie 15 cm breit und 18—20 cm hoch angenommen.

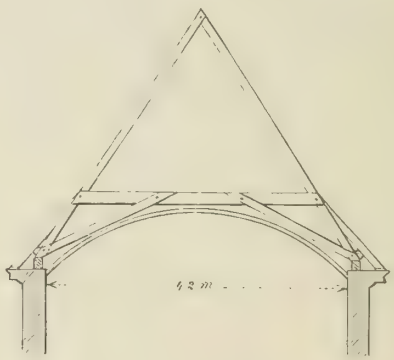
Fig. 365.



Eine interessante hierher passende Dachkonstruktion bietet die Bogenhalle des alten Gottesackers der Stadt Halle a. S.[1]), Fig. 366.

Da nämlich die Sparrengebinde nicht in Dachbalken eingezapft werden konnten wegen der gewölbeförmigen Holzdecke, sondern mittels der Klaue in Schwellen eingesetzt werden mußten, so galt es, diesen Schwellen eine durchaus

Fig. 366.



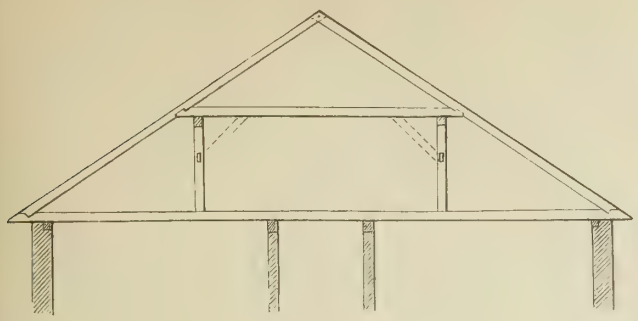
sichere Lage zu geben durch Aufhebung des Seitenschubs der Gebinde, was hier durch die tiefe Lage der bohlenförmigen Kehlbalken und die einen festen Dreiecksverband bezweckenden Winkelbänder vollkommen gelungen ist. Gleichzeitig bietet die polygonale Form der absteifenden Verbandstücke die zur Herstellung der gekrümmten Holzdecke erforderlichen Befestigungspunkte.

Nimmt bei Fig. 365 die Tiefe des Daches zu, dann werden je zwei Stuhlpfosten mit zwei Stuhlpfetten unter den Kehlbalken angeordnet, wodurch wieder der doppeltstehende Stuhl, Fig. 367, entsteht. Diese Konstruktion läßt den mittleren Speicherraum frei und kommt nicht in Konflikt mit den meistens in der Mitte des Hauses aufsteigenden Schornsteinen, wie dies beim einfachstehenden Stuhle vorkommt.

1) Deutsche Bauzeitung, Jahrg. 1883, Nr. 22.

Die punktirten Büge sind, wenn jedes Gebind als festes Dreieck betrachtet werden kann, nicht absolut notwendig, indem die Sparren mit den Kehlbalken und diese

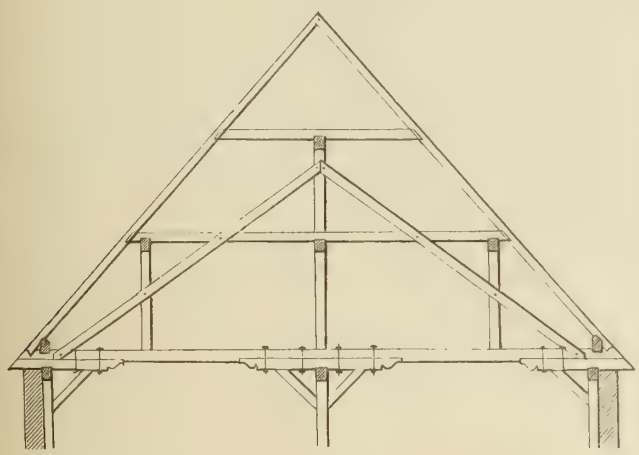
Fig. 367.



mit den Stuhlpfetten verkämmt werden; allein um Verschiebungen zu vermeiden, welche bei außergewöhnlichen Stürmen und noch mehr bei ungenauer Ausführung der Verbände entstehen könnten, dürften sie doch sehr zu empfehlen sein.

Ist über dem Kehlgebälke noch ein sogenanntes Hahnengebälk zur Absteifung der Sparren erforderlich, welches in seiner Mitte unterstützt werden muß, dann entsteht eine Kombination des einfach- und doppeltstehenden Stuhles oder der dreifachstehende Dachstuhl, Fig. 368. Gegen Verschiebung der Dachbinder sind Sturmbänder angeordnet,

Fig. 368.



welche den Bundbalken mit den unteren Stuhlpfosten, dem Kehlbalken und dem oberen mittleren Stuhlpfosten miteinander verbinden. Das über den einfach- und doppeltstehenden Stuhl Gesagte gilt auch hier.

Schließlich sei bemerkt, daß der stehende Stuhl bezüglich seiner Ausführung und der Leichtigkeit des Aufschlagens die einfachste Konstruktion darbietet, welche auch für nicht sehr starke Umfassungsmauern von Vorteil ist, weil sie vom Dachgewichte nur einen verhältnismäßig geringen Teil zu tragen haben. Er wird deshalb immer noch bei Gebäuden ausgeführt werden, bei welchen weder die Stuhlpfosten im Dachraume, noch die darunter notwendigen Stützen als Hindernis erscheinen. Soll dagegen der Speicherraum in keiner Weise beengt werden, vielmehr frei über denselben disponirt werden können, und soll auch die Möglichkeit geboten sein, den Grundriß ganz frei ohne hemmende Beeinflussung seitens der Dachkonstruktion zu entwerfen, wie dies meistens der Entwurf städtischer Wohngebäude verlangt, dann ist der liegende Dachstuhl, welchen wir näher kennen lernen wollen, dem stehenden vorzuziehen.

Der liegende Dachstuhl.

a. Bei Pfettendächern.

Der liegende Stuhl, von welchem die einfachsten Beispiele in den Fig. 262—263 dargestellt sind, ist nach denselben Prinzipien konstruirt, wie der stehende. Die Fig. 262 zeigt die unmittelbare Verbindung der Dachsparren mit den Kehlbalken und Fig. 263 die mittelbare durch den Kniestock. In Fig. 262 ist die Firstpfette mittels zweier Hauptsparren, die mit den Bundsparren parallel liegen, unterstützt, während in Fig. 263 die Firstpfette durch zwei Streben mit zwei Paar Kopfbügen getragen wird. Die Verbindung der Bundsparren, Hauptsparren und Firstpfette, eine sehr solide Sparrenverbindung, haben wir in Fig. 275 und die der Bundsparren mit der Firstpfette und letztere mit den Streben in Fig. 277 kennen gelernt. Die Verbindung am Sparrenfuße mit der Sparrenschwelle und dem Dachbalken zeigt Fig. 268 und 269 und die an der Kniewand und Strebe Fig. 272.

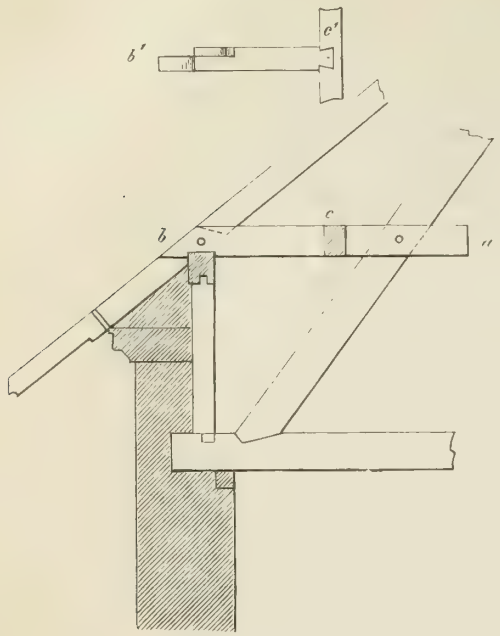
Die Leergebinde sind bei Fig. 262 mit der Firstpfette verkämmt und fehlen unter denselben die Hauptsparren; ebenso sind bei Fig. 263 die Leergebinde auf der Firstpfette und den Sattelschwellen aufgesattelt und aufgenagelt und fehlen unter ihnen die Streben und daneben die Zangen. Will man jedoch auch den Leergebinden eine seitliche Verblattung an ihrem Fuße geben, ähnlich wie sie die Bindersparren mit den Zangen oder Binderstichbalken a b, Fig. 369, haben, so wird zwischen diese ein Wechsel c eingesetzt, welcher die Stichbalken b c für die Leergebinde aufnimmt, und zwar durch schwalbenschwanzförmige Verblattung, wie dies b′ c′ im Grundriß zeigt. Durch Anordnung eines Stichgebälkes erhält auch die Sattelschwelle zwischen den Bindern eine gesicherte Lage und kann das Stichgebälk — wie wir später sehen werden — zur Bildung eines hölzernen Hauptgesimses gut verwendet werden.

Die Fig. 262—263 zeigen die einfachsten Motive des liegenden Dachstuhles, welche bei Zunahme der Tiefe des Daches einer weiteren Entwickelung fähig sind.

So unterscheidet sich Fig. 370 von Fig. 262 nur durch Anordnung von Mittelpfetten, um den zwischen Firstpfette

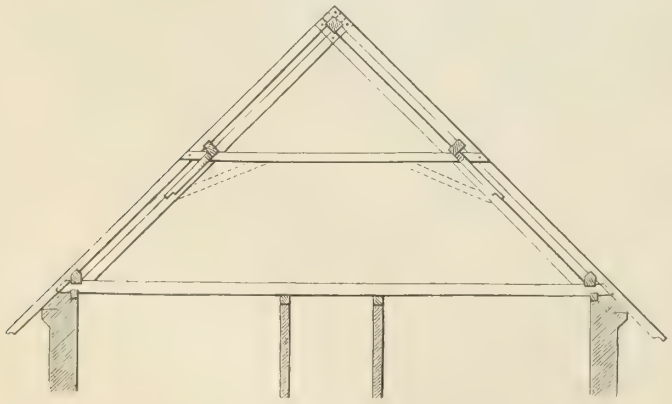
und Sparrenschwellen 8,5 m langen Sparren die erforderliche Unterstützung zu geben. Damit nun die langen Haupt- oder Tragsparren sich durch den Druck der Mittelpfetten

Fig. 369.



nicht einbiegen, ist ein verdoppelter Spannriegel oder Zange angebracht, welche bei bedeutender Länge durch die punktirten Büge abgesteift werden kann. Die Mittelpfetten sind mehr belastet als die Firstpfette, weshalb sie zwischen den

Fig. 370.



Bindern durch Büge unterstützt werden, die auf den Hauptsparren aufgeblattet sind. Die First- und Fußverbindungen dieser Konstruktion sind bekannt und die feste Verbindung der Mittelpfette mit Zange, Binder- und Hauptsparren ist in Fig. 293 dargestellt. Die Leergebinde ruhen bloß auf der Firstpfette, den Mittelpfetten und Sparrenschwellen nebst Dachbalken auf.

Häufiger als die Konstruktionen Fig. 262 und 370 wird in neuerer Zeit der liegende Dachstuhl mit Kniewand angewendet, weshalb wir der weiteren Ausbildung von Fig. 263 mehr Aufmerksamkeit geschenkt haben durch die Zeichnungen auf Taf. 23—24. Durch Anordnung eines Kniestockes, bei welcher die Umfassungswände des Hauses um 0,80—1,50 m Höhe über die Dachbalkenlage hinauf geführt sind, steht der Fuß der Sparren nicht mehr in unmittelbarer Verbindung mit den Balken, weshalb auch die Anzahl der Sparren nicht mehr mit der der Balken übereinzustimmen braucht, was in manchen Fällen von Vorteil sein kann.

Im allgemeinen ist bei den Dächern auf Kniewänden zu bemerken, daß die Festigkeit der Konstruktion durch die Aufhebung des unverschieblichen Dreiecks, welches durch zwei Sparren und den zugehörigen Dachbalken gebildet wird, leidet und daß dieselbe durch andere Mittel niemals auf so einfachem Wege erreicht werden kann. Andernteils sind aber eine bessere Benutzung des Dachraumes und eine zweckmäßiger anzuordnende Beleuchtung derselben, wozu noch eine oft sehr erwünschte größere Höhe der Umfangswände für die Architektur der Fassade hinzukommt, so überwiegende Vorteile, daß man in neuerer Zeit fast nur noch Dächer mit Kniewänden konstruirt.

Durch Beibehaltung des Konstruktionsmotives Fig. 263 entsteht bei Zunahme der Sparrenlänge die Konstruktion Fig. 3—4, Taf. 24, mittels Anordnung von Mittelpfetten und Unterstützung derselben mit Zangen, welche außerdem die Bindersparren und Streben zusammenfassen und verspannen.

Diese Konstruktion bietet einen recht festen Querverband und mittels der Büge auch einen soliden Längenverband, nur darf die Kniewand nicht sehr hoch sein, weil sonst die Mittelpfette sich zu sehr vom Stütz- oder Drehpunkt entfernt, welcher im Durchschnitt der Mittellinien von Strebe und Zange liegt; in welchem Falle die Konstruktion Fig. 1—2, Taf. 24, den Vorzug verdient, bei welcher anstatt einem Paar langer Streben zwei Paar kürzere den Druck des Daches auf die Enden der Binderbalken überführen. Dabei setzen sich die unteren Streben mit ihrem Kopfende und die oberen mit ihrem Fußende in den Spannriegel ein. Die Verbindungen an der Firstpfette von Fig. 1 und 3 sind in Fig. 277 dargestellt, ferner zeigen die Fig. 289 und 292 mit unerheblichen Veränderungen die Verbindungen an der Mittelpfette von Fig. 1 und 3. Ist ein Kehlgebälk anzulegen, so kann dasselbe ähnlich wie bei Fig. 1, Taf. 23, parallel zu den Pfetten auf die Spannriegel oder Zangen aufgelegt und mit diesen verdollt oder verkämmt werden. Sollten letztere von unten keine Unterstützung erhalten, so können sie in ihrer Mitte mittels Hängeisens oder Hängsäule an die Firstpfette an-

gehängt werden. Durch die Kehlbalken wird der durch die Büge erstrebte Längenverband der Dachkonstruktion noch vermehrt.

Die Konstruktion Fig. 1, Taf. 24, findet häufigere Verwendung, als die Fig. 3, weil sie kürzere Hölzer zu den Streben und zum Querverbande bloß einen Spannriegel und keine Zange verlangt; dazu kommt die bessere Unterstützung der Mittelpfetten, die bessere Ausnützung des untern Speicherraumes und endlich die Leichtigkeit, mit welcher das Dachgerüst aufgeschlagen werden kann.

Wird die Sparrenlänge oberhalb der Mittelpfetten so kurz, daß die Firstpfette, Fig. 1, Taf. 24, entbehrlich wird, so entsteht der liegende Dachstuhl mit Mittelpfetten, welcher besonders bei Wohngebäuden in neuer Zeit so außerordentlich häufig verwendet wird, daß wir vorgezogen haben, denselben auf Taf. 23, Fig. 1—3, vollständig, und zwar im Grundriß, Quer- und Längendurchschnitt darzustellen. Allerdings ist das Satteldach mit der Wiederkehr, „dem Walmen", gezeichnet, wodurch wir, der Konstruktion des Walmdaches vorgreifend, die eines Sattel- und Walmdaches zugleich erhalten. Das Dach ist ein Schieferdach von der Höhe $= 1/3$ bis $1/4$ der Weite. Der Dachraum ist der Länge nach durch Anlage eines Ganges, von dem man zu beiden Seiten in die Kammern gelangt, in drei Teile zerlegt, von welchen der Gang eine Balkendecke, die Kammern dagegen eine aus Sparren und Balken gebildete Decke erhalten. Die Balkendecke besteht außer den Pfetten noch aus drei Kehlbalken, die wie die ersten auf den Spannriegeln der Binder ruhen und vom letzten Binder, Fig. 3, bis zur Pfette des Walmen vortreten, mit welcher sie verzapft sind. Durch diese Anordnung geht die Balkendecke in die Sparrendecke ohne störende Unterbrechung über, was nicht der Fall ist, wenn die Kehlbalken auf den Pfetten neben den Sparren ihr Auflager finden, weil dann die Pfette vor die Decke zu liegen kommt. Neue Verbindungen haben wir bei dieser Dachkonstruktion nicht zu verzeichnen. Die verschiebbare Trapezform der Binder, gebildet aus Bundbalken, Streben und Spannriegel, wird unverschiebbar gemacht durch den Dreiecksverband mittels der Büge, welche zwischen Strebe und Spannriegel angebracht sind. Die Pfettenbüge sind in Fig. 1—3 nur punktirt, weil sie gewöhnlich nach dem Aufschlagen, beziehungsweise nach Vollendung des Innbaues des Speichers, wodurch die Dachkonstruktion die erforderliche Quer- und Längeverspannung erhält, wieder entfernt werden, da sie die Kammern verunstalten würden.

Billiger und einfacher jedoch ist eine provisorische Versteifung des Dachstuhles mittels Dielen. An das dem letzten Binder angehörige Sparrengebinde, Fig. 2—3, schmiegen sich die Gratsparren an, an welchen die sogenannten Schiftsparren, Schifter, durch Nägel befestigt werden. Sollte das Kehlgebälk nicht bis zur Pfette des Walmen reichen, oder sollte ein solches überhaupt fehlen, dann ist es zweckmäßig, die an den Wiederkehren verzapften oder verblatteten Pfetten durch ein Winkelband, Fig. 2, zu verspannen.

Zur Unterstützung der Pfette am Walmen werden sogenannte halbe Binder angeordnet, von denen hier einer genügt, da die Pfette schon durch die Zapfen der Kehlbalken getragen wird. Derselbe besteht aus einer Strebe, die mittels der Klaue die Pfette faßt und sie außerdem durch Kopfbüge unterstützt; während der Strebefuß in eine auf drei Balken aufgekämmte Schwelle versatzt ist. Dieser letztere Verband ist wegen Vermeidung von Verschiebung dem Aufklauen der Strebe auf den Wandbalken vorzuziehen.

Die gewöhnliche Konstruktion der Dachaufsätze zur Aufnahme der Flügelfenster für die Beleuchtung der Kammern ist auf der linken Seite von Fig. 1 und im Grundriß Fig. 2 gezeichnet, während die Anordnung eines Stellfensters auf der rechten Seite von Fig. 1 dargestellt ist.

Gehen wir nun über zur Konstruktion des liegenden Dachstuhles.

b. Bei Kehlbalkendächern.

Zwei auf Taf. 22 dargestellte Beispiele zeigen liegende Stühle mit Kehlbalken, bei welchen der Quer- und Längeverband der Binder, sowie die Absteifung der Dachflächen nichts zu wünschen übrig läßt. Betrachten wir zunächst die einfachere Konstruktion Fig. 1—2. Diese besteht aus den auf die Dachbalken aufgekämmten Stuhlschwellen, auf denen die liegenden Stuhlsäulen stehen, die zu ihrer Verspannung beim Aufschlagen ein Querholz, den Spannriegel, bedürfen, welcher durch Büge oder Strebebänder unterstützt wird, die hauptsächlich aber zur Feststellung des trapezförmigen Binders angebracht werden. In die Stuhlsäulen werden die Rahmhölzer, Dachrähme, Stuhlpfetten gelegt, weshalb sie oben mehr Holzstärke als unten haben müssen. Von den Stuhlsäulen gehen die Kopf- und Fußbüge — Kopf- und Fußbänder — aus zur Versteifung der Stuhlsäule, sowie der Pfette und Schwelle, Fig. 1 und 2. Nachdem die Binder so weit aufgeschlagen sind, werden die Kehlbalken gelegt und die Sparrengebinde aufgerichtet. Die Bindersparren liegen auf den Stuhlsäulen auf; außerdem noch, wie auch die Leergebinde, auf der Stuhlpfette und den Kehlbalken, mit denen sie verkämmt sind. Die den Bindern zunächst liegenden Leergebinde werden auch noch durch Kopf- und Fußbüge, auf denen sie aufliegen, unterstützt. Der Dachstuhl heißt auch verschwellter liegender Stuhl, und stellen Fig. 267 und Fig. 5, Taf. 22, die betreffenden Verbindungen dar. Fehlen die Schwellen, wobei die Stuhlsäulen Fig. 4 sich in die Bundbalken einsetzen, dann entsteht der unverschwellt liegende Stuhl.

Die Verbindung bei der Stuhlpfette zeigen die Fig. 294

und Fig. 6, Taf. 22. Miteinander versatzt und verzapft sind Spannriegel und Stuhlsäule; versatzt Stuhlsäule und Kehlbalken, auf welche die Sparren aufgekämmt werden. Die Stuhlpfette ist in den Ausschnitt der Stuhlsäule eingesetzt und eingezapft.

Im allgemeinen erfordern die Verbindungen des liegenden Stuhles weit mehr Arbeit, als die des stehenden, und insbesondere viel stärkere Hölzer. So erhält die Fußschwelle 21 cm Höhe und 27—28 cm Breite; die Stuhlsäule von 30 cm, unten 25 cm Breite bei einer Stärke von 18—20 cm, welches auch die Abmessungen des Spannriegels sind. Die Kehlbalken und Sparren $^{13}/_{16}$ cm und endlich das Rahmholz — Stuhlpfette — $^{16}/_{22}$ cm.

Bei größerer Gebäudetiefe wird zur Unterstützung des Spannriegels und der Kehlbalken in deren Mitte eine Stuhlwand derart angeordnet, daß die Pfette unter die Kehlbalken und über den Spannriegel zu liegen kommt, welcher durch den Stuhlpfosten unterstützt wird, Fig. 3, Taf. 22. Die Kopfbüge zwischen den liegenden Stuhlpfosten und Spannriegel würden nun aber leicht ein Durchbiegen des letzteren verursachen, wenn man nicht die erstere mit dem Spannriegel überblattete und in den Kehlbalken und in die Stuhlsäule ebenfalls mit einem schwalbenschwanzförmigen Blatte einließe. Durch diese Anordnung geht übrigens einer der am meisten gerühmten Vorteile der liegenden Dachstühle, ein freier Bodenraum, größtenteils wieder verloren.

Die auf Taf. 22 dargestellten Dachkonstruktionen sind ungeachtet ihrer Solidität veraltet und werden selten mehr ausgeführt, und zwar wegen allzu großen Aufwandes an Material und Arbeit und wegen schwieriger Reparatur insbesondere der Stuhlschwellen und Stuhlpfetten. Dazu kommt noch der durch die Aufschieblinge sich bildende sogenannte Leistbruch der Dachflächen, welcher mittels Ziegel oder Schiefer nicht gut dicht eingedeckt werden kann, sowie die Unfreiheit in der Einteilung des Speichergebälkes, welche mit der der Dachsparren in innigem Zusammenhange steht. Aus diesen Gründen und insbesondere wegen der Möglichkeit, Kniewände in beliebiger Höhe anordnen zu können, verdienen die besprochenen, auf Taf. 23—24 abgebildeten Konstruktionen des liegenden Dachstuhles den Vorzug.

§ 7.

II. Satteldächer mit nicht unterstützten Balkenlagen. (Hängwerksdächer.)

a. Bei Pfettendächern.

Wir haben bisher eine von unten hinlänglich unterstützte Dachbalkenlage angenommen und das Dach in unmittelbare oder mittelbare Verbindung mit derselben gebracht. Fehlt jedoch eine genügende Unterstützung, wie dies bei weiten Räumen, etwa Kirchen, Sälen aller Art u. s. w., der Fall ist, so bringt man entweder in der Dachkonstruktion ein Hängwerk an, oder man verstärkt alle oder einzelne der Dachbalken durch die früher angegebenen Mittel, so daß sie keiner weiteren Unterstützung bedürfen.

Die erste Konstruktionsweise ist häufiger als die zweite, und nur bei sehr weit gespannten Dächern, bei denen man eine möglichst kleine Anzahl Hängsäulen haben will, vereinigt man beide Methoden.

Die Balken werden je nach ihrer Stärke und Belastung ein-, zwei- oder mehrmals unterstützt, beziehungsweise mittels Hängsäulen aufgehängt, wonach man ein *einfaches*, *zweifaches* oder *mehrfaches* Hängwerk erhält.

Da die Pfettendächer sich sehr leicht in Verbindung mit Hängwerken ausführen lassen, so wird sich die Anlage der Hängsäulen, bezw. ihre Entfernung voneinander, auch nach der der Pfetten zu richten haben, wobei Dachneigung und Deckmaterial auch in Betracht zu ziehen sind. Diese Entfernung beträgt aber bei Bodenräumen von gewöhnlicher Belastung und einer Balkenstärke von 18—21 cm Höhe und 15—18 cm Breite 3 bis höchstens 4 m; bei Fruchtspeichern 4—5 m bei einer Balkenstärke von 24—30 cm Höhe und 15—18 cm Breite.

Auf Taf. 26, Fig. 1—3, sind Beispiele von Pfettendächern mit Hängwerken gezeichnet, und zwar solche mit und ohne Kniewänden. Was nun zunächst die Binderbalken oder Haupttramen der Hängewerke betrifft, so sind diese ein- bis dreimal hier unterstützt oder aufgehängt.

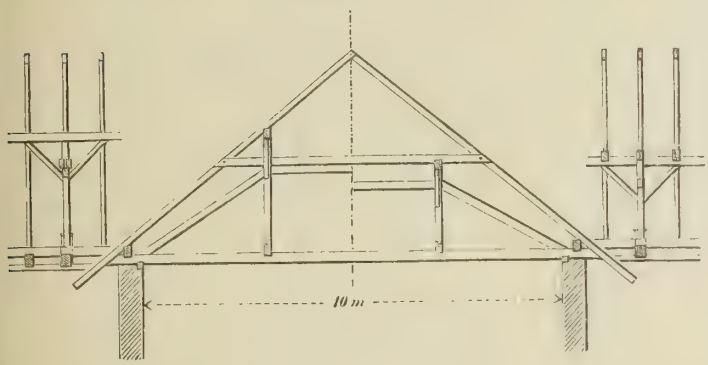
Eine einmalige Unterstützung zeigt Fig. 3, wobei die Leerbalken mit dem auf ihnen liegenden und sie rechtwinkig kreuzenden Träger, „Überzug“, durch Schraubenbolzen verbunden sind, eine Anordnung, bei welcher eine ununterbrochene Decke entsteht. Darf hingegen durch vortretende Hölzer die Decke in Felder zerlegt werden, so legt man die Träger, „Unterzüge“, unter die Balken, Fig. 1, wodurch aber eine unschöne Teilung der Decke entsteht, weshalb man gerne der Anordnung Fig. 2, bei welcher die Unterzüge nach der Tiefe und die Balken nach der Länge des Hauses zu liegen kommen, den Vorzug giebt. Die in Fig. 2 an den Enden des Unterzuges gezeichneten Sattelhölzer tragen zu seiner Verstärkung wesentlich bei, wodurch unter Umständen die von den Mittelpfetten ausgehenden Hängeisen erspart werden können. Endlich kann man auch die Balken Fig. 2 unter die Träger bringen und an diese mittels Schraubenbolzen anhängen, wodurch zwar eine ununterbrochene Deckenfläche, aber auch eine nicht empfehlenswerte Konstruktion entsteht.

Zu den Dachkonstruktionen Fig. 2—3 ist der einfache, zu Fig. 1 der doppelte Hängbock verwendet. Da die Hängstreben Fig. 2—3 durch Mittelpfetten belastet sind, so be-

dürfen sie einer Versteifung, welche in Fig. 2 durch schräge, von der Hängsäule ausgehende Stützen oder nach Fig. 3 durch einen zangenartigen oder doppelten Kehlbalken geschehen kann. Die letzte Unterstützung dürfte in den meisten Fällen vorzuziehen sein, weil sie den Dachraum weniger beengt, eine sehr gute Dreiecksverbindung gewährt und zur Bildung eines Kehlgebälkes benutzt werden kann. Nur in den seltenen Fällen, in welchen die Mittelpfetten zum Anordnen von Hängeisen benutzt werden, dürfte die Konstruktion Fig. 2 vor der Fig. 3 den Vorzug verdienen.

Der Längenverband Fig. 1—3 wird durch Kopfbüge hergestellt; noch weit solider könnte er in Fig. 3 ausgeführt werden durch Anordnung zweier Halbhölzer zu beiden Seiten

Fig. 371.

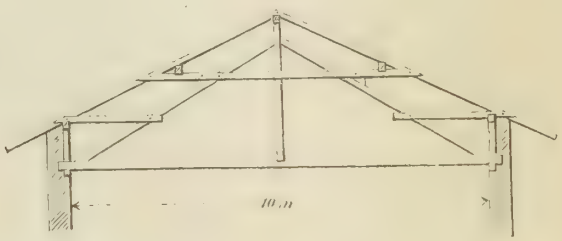


der Hängsäule, welche mit letzterer verbolzt und in die Zange eingelassen sind, wodurch eine mit den Pfetten parallel laufende Zange entstünde, welche die Füße der Andreaskreuze aufzunehmen hätte, die zwischen den Bindern zur Versteifung und weiteren Unterstützung der Firstpfette anzubringen wären. Die Sparren müssen bei Dächern ohne Firstpfette, Fig. 1, Taf. 26, von durchaus gleicher Stärke sein, dagegen kann diese, wenn auf möglichste Wohlfeilheit gesehen werden muß, nach oben abnehmen um 2—3 cm nach der Breite und Höhe der Sparren, wenn eine Firstpfette vorhanden ist. Die Anordnung der Leergebinde Fig. 1—3, Taf. 26, ergiebt sich so leicht, daß wir, um Raum zu sparen, die Längenschnitte nicht gezeichnet haben. Die betreffenden Verbindungen, Fig. 1—3, Taf. 26, sind im 3. Kapitel, § 1, deutlich erklärt.

Die Konstruktion des doppelten Hängbockes, Fig. 1, Taf. 16, bleibt dieselbe, wenn auch die Kniewand fehlt und die Sparren nach bekannter Art in die Dachbalken eingezapft sind, wobei die Sparrengebinde an Festigkeit wesentlich gewinnen. Zwei Abänderungen dieser Konstruktion sind in Fig. 371 dargestellt, und zwar auf der rechten Seite mit, auf der linken ohne Kehlgebälk, was durch die beiden Längenschnitte weiter erklärt ist. Während bei Fig. 1, Taf. 26, die Bindersparren nicht besser wie die Leergebinde unterstützt sind, ist in Fig. 371, linke Seite, der Bindersparren durch einen verdoppelten Kehlbalken — Zange, Spannkehlbalken — gefaßt, wodurch der Querverband des Dachbinders wesentlich gewonnen hat. Durch die Anordnung von Kopfbügen können wieder 3—4 Leergebinde zwischen die Binder gelegt werden.

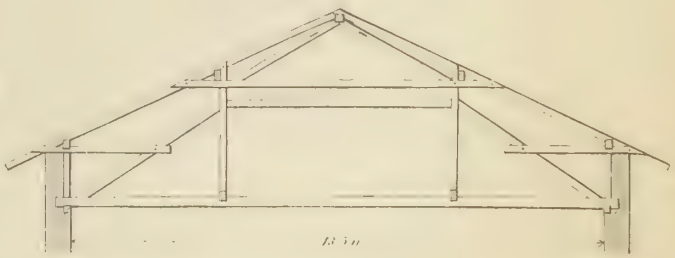
Wendet man die Konstruktion Fig. 3, Taf. 26, in Verbindung mit einer Kniewand an, so ergiebt sich Fig. 372, wobei man nur darauf zu achten hat, daß die Entfernung der Mittelpfette von dem Durchschnittspunkte der Mittellinien von Strebe und verdoppeltem Spannriegel nicht zu groß, etwa nur 1,0 m wird, weshalb ein keilförmiges, auf der Strebe liegendes Stück Holz zwischen den Spannriegel geschoben und mit ihm verbolzt zu empfehlen sein dürfte.

Fig. 372.



Eine Anwendung des doppelten Hängbockes bei der Anlage einer Firstpfette zeigt Fig. 373, bei welcher Konstruktion die Mittelpfetten und Bindersparren mit Häng-

Fig. 373.



säulen und verdoppeltem Spannriegel nach bekannter Weise sehr gut verbunden sind.

Die Verwendung des einfachen Hängbockes Fig. 1, Taf. 28, unterscheidet sich von der in Fig. 2—3, Taf. 26, dadurch, daß die mittlere Hängsäule nicht bis zum Dachgebälk, sondern nur bis zur Zange reicht, mit welcher sie verbolzt ist, während die zur Unterstützung des Binderbalkens erforderlichen Hängsäulen mittels sogenannter Laschen, A Fig. 1, welche wir in Fig. 118 kennen lernten, mit Hängstreben, Bindersparren und Zange verbunden und verbolzt sind. Fig. 3 zeigt die Verbindung des Hauptknotens in doppelter Größe. a sind die Laschen, in welche sich die

unter der Strebe stumpf abstoßende Hängsäule einhakt. Während die mittlere Hängsäule den Streben einen soliden Anschluß gewährt, unterstützt sie auch den doppelten Spannriegel in seiner Mitte und trägt nach Anordnung einer mit den Pfetten parallelen Zange und Strebebändern, Fig. 2, zu einem tüchtigen Längenverbande wesentlich bei.

Diese Konstruktion dürfte, wenn zwei Mittelpfetten, die auf der rechten Seite von Fig. 1 zu sehen sind, angeordnet werden und das Dachgebälk nicht gerade stark belastet werden soll, bis zu 18 m Tiefe ausreichen. Im Falle der Binderbalken drei Aufhängpunkte nötig hätte, so dürfte nur die mittlere Hängsäule Fig. 1 bis zu demselben verlängert werden.

Zuweilen kann man noch mit einer Hängsäule ausreichen, wenn man mit einigen Konstruktionsteilen unterhalb des Haupttramens hinabgehen darf; ein Fall, der bei Reit- und Exerzierhäusern u. s. w. vorkommen kann, besonders dann, wenn keine geschlossene Balkenlage verlangt wird, und es daher nur auf Unterstützung der Binderbalken ankommt. Wenn man nämlich, nach Fig. 4, Taf. 28, von den Umfangswänden aus Streben, die den Haupttramen und die Hängstreben umfassen, anordnet, so läßt sich die freie Länge des Hauptbalkens so einschränken, daß nun eine Unterstützung in der Mitte ausreicht. Diese Streben sind doppelt und stemmen sich gegen Doppelpfosten, die dicht an der Umfangsmauer auf einem Absatze derselben oder auf Konsolen stehen können, und den Hauptbalken, die Hängstreben und die Dachsparren umfassen. Diese Anordnung gewährt eine sehr feste Dreiecksverbindung und den Vorteil, daß ein etwaiger Seitenschub auf die Umfangswände nicht auf das obere Ende derselben allein wirkt, sondern durch die Doppelpfosten auf ihre ganze Länge verteilt wird.

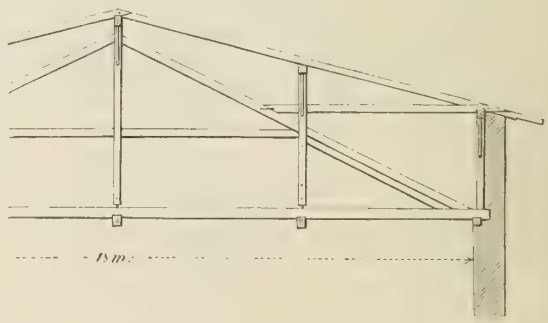
Besonders auch bei hölzernen Umfassungswänden läßt sich die beschriebene Konstruktion mit Vorteil anwenden, wenn man, wie auf der rechten Seite von Fig. 4, Taf. 28, gezeichnet ist, statt der Doppelpfosten einen sogenannten Klebpfosten (Klappstiel) in etwa 0,3 m Entfernung von dem auf den Binder treffenden Wandpfosten, oben in den Haupttramen zapft und unten auf einen Absatz der Fundamentmauer stellt, zwischen beide Pfosten kurze Klötze etwas einläßt und durch Schraubenbolzen diese drei Hölzer fest vereinigt. Die Streben gehen dann möglichst tief herunter, sind in die Pfosten etwas eingekämmt und ebenfalls verbolzt.

Sind die einfachen Hängstreben nicht in genügender Stärke zu erhalten, so werden dieselben unterhalb doppelt genommen, nach Fig. 1, Taf. 29, und ein doppelter Hängbock in den einfachen eingeschlossen. Hierbei sind alle Hängsäulen doppelt, und der horizontale Spannriegel ist mit den kürzeren Streben stumpf zusammengeschnitten. Will man indessen die feste Dreiecksverbindung durch den Spannriegel nicht aufgeben, so kann man diesen doppelt nehmen (siehe Fig. 2 und 3) und denselben so ausschneiden, daß die kurzen Streben sich wieder gegen volles Hirnholz stemmen, die längeren Streben aber noch zangenartig umfaßt werden. Die Hängsäulen werden nun sämtlich einfach und die beiden kurzen wieder durch die schon mehrfach erwähnten Holzlaschen an beide Streben aufgehängt. Diese letztere Konstruktion ist zwar etwas mühsamer auszuführen, dürfte aber doch nicht mehr Holz erfordern, weil die doppelten Hängsäulen in einfache verwandelt werden, jedenfalls aber eine festere, unverschieblichere Figur bilden, als die zuerst beschriebene; denn der Knoten bei A, Fig. 2, ist ein fester, nicht aber der bei B, Fig. 1. Der Längenverband, sowie die übrigen Details, bedürfen keiner nähern Erläuterung.

Nach gleichem Prinzip, aber nur mit zwei Mittelpfetten ist der Dachstuhl Fig. 1, Taf. 27, konstruirt, welcher vermöge der Kopfbüge den Vorteil einer entfernteren Binderstellung hat, dagegen nachteiligerweise den Bindersparren keine bessere Unterstützung als den Leersparren gewährt. Die Hängsäulen, auf welchen die Pfetten aufgezapft sind, sind doppelt und müssen mit diesen mittels eiserner Bänder verbunden werden. Fig. 2, Taf. 27, werden wir bei den Kirchendächern besprechen.

Bei flachen Dächern und hohen Kniewänden können auch die kombinirten Hängböcke mit drei doppelten Hängsäulen, Fig. 374, bei einer Dachtiefe bis zu ca. 18 m verwendet werden, wobei der Spannriegel, der ungehinderten Benutzung des Speicherraumes wegen, mindestens in einer Höhe von 1,8—2,0 m angelegt werden muß. Diese Konstruktion erlaubt eine außergewöhnliche Belastung des Speicherbodens, welcher für Getreideschüttung u. s. w. verwendet werden kann.

Fig. 374.



Eine besondere Art von Pfettendächern haben wir noch aufzuführen, bei denen die Pfetten in großer Anzahl und bloß in Entfernungen der Dachsparren, welche sie ersetzen, von 1 m vorkommen. Dieselben sind in Italien heimisch und dürften sich vorzugsweise für flache Dächer eignen. Bei Fig. 375 fassen die Haupttragsparren, auf welchen die zur Befestigung der Schalbretter dienenden Pfetten auf-

liegen, die einfache Hängsäule, von welcher aus die Tragsparren gegen Einbiegung gestützt sind. Die Binder erhalten je nach der Stärke der Pfetten eine Entfernung von 3—4 m. Bezüglich der Verbindung an der First verweisen wir auf Fig. 114 und 119—120, während die Vorkehrung gegen das Abgleiten der Pfetten in Fig. 298 dargestellt ist.

Eine derartige Konstruktion mit drei Hängsäulen, von denen nur die mittlere doppelt ist, zeigt Fig. 376. Diese wird durch die Haupttragsparren, die beiden anderen durch kürzere Hängstreben und Spannriegel in Schwebe erhalten.

Die drei folgenden Konstruktionen von Pfettendächern, Taf. 30—32, unterscheiden sich von den bisherigen nur

Fig. 375.

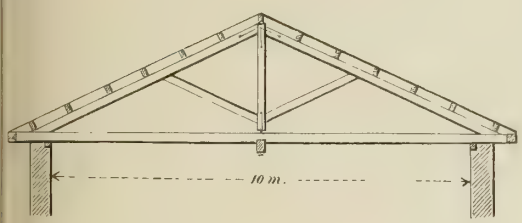
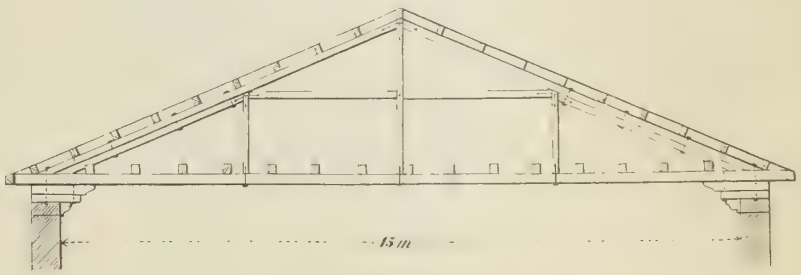


Fig. 376.



dadurch, daß anstatt des Dachgebälkes das Kehlgebälk zu stützen ist, um den Räumen mehr Höhe und günstigere Verhältnisse zu geben, ohne daß man genötigt ist, die Umfassungsmauern höher aufzuführen. Dadurch entstehen sogenannte „gebrochene" Decken, welche in akustischer Beziehung vorteilhaft sind.

Taf. 30 zeigt den Dachstuhl einer in Karlsruhe von Hübsch erbauten Reitbahn, bei welcher nur die Binderbalken zur Aufhebung des Horizontalschubs der Binder angeordnet, die Deckebalken jedoch auf die Höhe A B, Fig. 1, gebracht sind. Die Spannweite des mit Ziegeln gedeckten Daches beträgt 19,5 m, und sind die Pfetten auf beiläufig 3,30 m, horizontal gemessen, angeordnet. Die Binderweite von 5,7 m, Fig. 2, war nur durch Annahme langer Büge möglich. Die Pfetten ruhen auf doppelten Hängsäulen, welche die Streben und Bundbalken umschließen, Fig. 2, und die von Binder zu Binder reichenden, mit Kopfbügen versehenen Träger der Kehlbalken aufnehmen. Zur Herstellung eines festen Längenverbandes sind die Enden dieser Träger durch eiserne Klammern miteinander verbunden. Die Binderbalken sind in der Mitte gestoßen und mit langen schmiedeisernen Schienen verbunden, was ohne größere Kosten durch Anwendung eines ganzen Holzes hätte umgangen werden können. Die Verbindungen bei A und am Fuße des Daches, welche in den Fig. 3—4 dargestellt sind, bedürfen wohl keiner weitern Erklärung. Die Dielen der Deckeschalung sind, wie alles von unten sichtbare Zimmerwerk, gehobelt und angestrichen. Der seit 40 Jahren ausgeführte Dachstuhl hat sich recht gut gehalten.

Der in Fig. 1—3, Taf. 31, dargestellte einfache Hängbock mit zwei seitlichen verspannten Streben ist im Kursaale in Badenweiler von Eisenlohr zu einer recht gefälligen Dach- und Deckekonstruktion ausgebildet worden. Das Dach, von ca. 12,5 m Weite, ist mit Schiefern gedeckt, und die Pfetten sind wieder auf etwa 3,0 m horizontaler Entfernung angeordnet. Die Hängsäulen sind doppelt und rationell geformt, wie dies schon im Mittelalter geschah, d. h. sie besitzen ihre ganze Stärke an den Verbindungsstellen und sind zwischen denselben ausgeschnitten, da bloß ihre absolute Festigkeit beansprucht wird. Die Deckebalken sind mit den Sparren verblattet, ruhen auf den des bessern Längenverbandes wegen seitlich der Hängsäulen angebrachten Mittelpfetten, sowie auf den Trägern, die in die mittleren Hängsäulen eingezapft sind.

Eine ähnliche Konstruktion, wie die vorhergehende, veranschaulichen die Zeichnungen auf Taf. 32, welche über der Aula des vom Verfasser erbauten Schullehrerseminar II. in Karlsruhe ausgeführt ist. Dabei sind die kurzen Stücke der scheinbar ausgeschnittenen Binderbalken mittels durchgehender Zugstangen verbunden, welche der gefälligen Wirkung wegen angeordnet worden sind. Die Deckebalken liegen auf den Hängstreben und Zangen und sind mit diesen verdübelt. Die mittlere Hängsäule des einfachen Hängbockes reicht herab bis zur Zange, Fig. 3, und faßt diese durch Hängeisen. Diesen konstruktiv notwendigen Verbandstücken sind nun außerdem noch hinzugefügt die Riegel a, Fig. 1—2, welche, mit den Zangen z in gleicher Höhe liegend, zwischen den Bindern die mittleren vier Deckfelder umrahmen. Ferner die Hängsäulen b, die mit den Streben und Bundbalken c den Dreiecksverband herstellen. Endlich die langen und kurzen Bohlenbögen d und f, Fig. 1—2, welche den Übergang von den kurzen Hängsäulen b mit dem vor die Decke tretenden Rahmen a und z vermitteln.

Dies sind die wesentlichsten Teile der Decke, während die übrigen, als: geschnitzte Füllbretter, Leistenwerk, gedrehte Knöpfe und Rosetten, sekundärer Natur sind.

Zwischen den Balken befindet sich ein Streifboden, der einen Gipsputz trägt. Diese Putzfelder sind nebst allem sichtbaren Holzwerk und den Saalwänden mit Malerei versehen. In der im Grundriß Fig. 5 angegebenen Nische befindet sich die Orgel. Die Fig. 3—4 zeigen die nötigen Details.

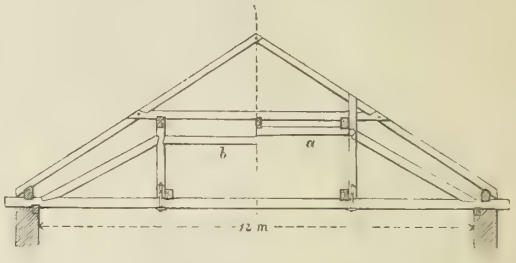
Obschon die hölzernen Theaterdachstühle ihrer Feuergefährlichkeit wegen in Zukunft zu den Seltenheiten gehören möchten, so wollen wir doch ein interessantes Beispiel dieser Art auf Taf. 33 von dem von Hübsch erbauten Theater in Karlsruhe mitteilen. Der Dachstuhl ist über der Bühne von 20,0 m Weite ausgeführt. Das Prinzip dieser Konstruktion besteht wieder in der Bildung des einfachen Hängbockes, dessen Streben eine solche Widerstandsfähigkeit besitzen müssen, daß sie im Stande sind, nicht nur das Dach zu unterstützen, sondern auch die Decke mit verschiedenem Zubehör zu tragen. Um diesen Anforderungen zu entsprechen, konstruirte man die Hängstreben nach dem auf S. 18 beschriebenen Laves'schen Träger. Diese Streben tragen fünf Pfetten, sichern durch eiserne Stützen den festen Stand der Fußpfetten und nehmen die Hängsäule nebst vier Hängeisen mit ihren Belastungen auf. Diese sind unten mit Unterlegplatte und Keil zum Antreiben versehen und sind oben mit der durch den Träger durchgesteckten Schiene in einer Weise verbunden, Fig. 4, daß sie ohne Nachteil kleinere Bewegungen der Konstruktion mitmachen können. Die Verbindungen der Hängsäulen zeigen die Fig. 3 und 5, sowie den Längenverband zwischen denselben Fig. 2. Die Bänder, welche stellenweise die Streben umspannen, sollen das Aufreißen des Holzes und die dadurch entstehende Schwächung desselben verhindern. Die Streben dürften anstatt der Bänder einen gußeisernen Schuh haben und die Hängeisen unten mit Schrauben anstatt Keilen versehen sein; auch fehlt dem Binder ein gehöriger Querverband.

Obgleich nicht leicht mehr als drei Hängsäulen vorkommen dürften, da man mit dieser Zahl Räume bis zu 24 m Weite überdecken kann, so würde man doch nach den in Fig. 99—104 gezeichneten Systemen auch deren noch mehrere anordnen können, wenn die Anzahl der nötigen Unterstützungen dies verlangte. Die Konstruktion wird sich nach dem bereits Gesagten immer leicht ergeben, und wir bemerken daher nur noch im allgemeinen, daß man auch bei einer geraden Anzahl von Hängsäulen die äußersten Streben immer bis zum First durchführen sollte, um hier eine kurze Hängsäule anzubringen, damit man die so wichtige Firstpfette und, mit Hilfe der mittleren Hängsäule, einen kräftigen Längenverband anordnen kann.

b. Bei Kehlbalkendächern.

Diese Dächer mit stehenden oder liegenden Stühlen können zu Hängwerken umgestaltet werden. Besonders leicht der doppeltstehende Stuhl; denn die Stuhlsäulen lassen sich sehr leicht in Hängsäulen verwandeln, wie dies Fig. 377 zeigt. Gewöhnlich werden dabei die Hängsäulen einfach genommen, und man hat dann nur darauf

Fig. 377.



zu sehen, daß oberhalb Holz genug für den Kopf derselben stehen bleibt. Nimmt man aber die Hängsäulen doppelt und läßt sie den Kehlbalken und Sparren umfassen, wie dies auf der rechten Seite der Figur gezeichnet ist, so erhält man eine weit festere Verbindung und gewinnt auch einen bessern Strebewinkel für das Hängwerk, weil man den Spannriegel a nun höher legen kann, als den b. Wird hierbei für die Kehlbalken in der Mitte noch eine Unterstützung nötig, so kann man eine Pfette auf den Spannriegel des Hängwerkes legen und dieselbe mit diesem und dem darüber liegenden Kehlbalken verbolzen, wodurch dieselbe ein hinlänglich sicheres Auflager erhält, um die Kehlbalken der Leergebinde zu tragen. Hierbei sind die Kehlbalken nicht in die Sparren zu verzapfen, sondern an dieselben anzublatten, wie früher schon erwähnt wurde.

Das Kehlbalkendach mit liegendem Stuhl ist besonders im 16. und 17. Jahrhundert vielfach in Verbindung mit Hängwerken zur Ausführung gekommen, und es existiren noch viele Gebäude von zum Teil sehr bedeutender Spannweite, die auf diese Weise konstruirt sind. Die Anordnung ist übrigens keine gute, erfordert viel und starkes Holz und ist schwer zu repariren, so daß man wohl nicht leicht eine derartige Dachkonstruktion, wovon wir nur zwei Beispiele vorführen wollen, jetzt noch nachahmen wird

Gewöhnlich sind mehrere Stockwerke von liegenden Dachstühlen übereinander angeordnet, deren Stuhlsäulen teilweise als Streben der Hängwerke benutzt werden, Fig. 378 und 379. Die eigentlichen Hängsäulen hängen gewöhnlich an den Kehlbalken und belasten diese auf eine sehr unvorteilhafte Weise, und da ihre Senkung durch das Zusammentrocknen der Schwellen und Stuhlpfetten unvermeidlich wird, so tragen sie zum Einsacken der Gebälke bei, anstatt sie in horizontaler Lage schwebend zu erhalten.

Fig. 378.

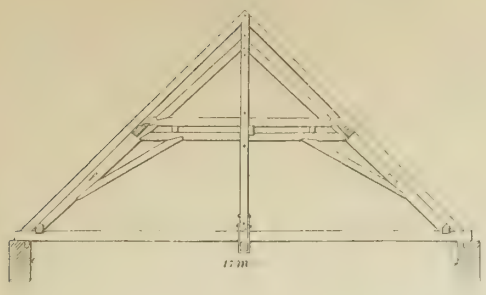
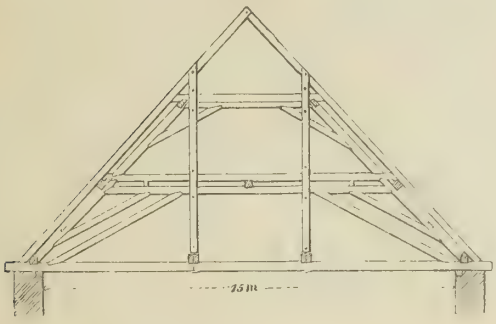


Fig. 379.



§ 8.

Satteldächer ohne Balkenlagen.

Dachkonstruktionen, bei welchen ein Teil des Dachraumes zur lichten Höhe des überdeckten Raumes gezogen wurde, haben wir durch die Taf. 30—32 kennen gelernt. Soll aber das Dach zugleich Decke bilden, dann läßt man die Dachbalkenlage fort und konstruirt die Dächer ohne dieselbe. Bei allen diesen Konstruktionen, deren Spannweite häufig größer ist, als die der bisher betrachteten, ist der Horizontalschub der Dachbinder aufzuheben, weshalb die Binder- oder Zugbalken — Streckbalken — des Dachgebälkes nicht entbehrt werden können, wovon die Taf. 30 und 31 den Beweis liefern. Da jedoch diese Binderbalken Räumen von großer horizontaler Ausdehnung bei verhältnismäßig geringer Höhe ein schwerfälliges Ansehen geben und überdies vermöge ihres nicht unerheblichen Eigengewichtes die Konstruktion sehr belasten, so werden sie seit mehreren Dezennien häufig weggelassen und durch verhältnismäßig sehr dünne Eisenstangen ersetzt, da die Zugfestigkeit des Eisens etwa zehnmal größer ist, als die des Holzes. Dies führt aber zu Dachkonstruktionen von gemischten Materialien, welche im 3. Bande dieses Werkes: „Konstruktionen in Eisen" dargestellt sind. Als bescheidener Anfang solcher Konstruktionen ist die auf Taf. 32 dargestellte zu betrachten, bei welcher Holz und Eisen zur Aufhebung des Horizontalschubes verwendet worden sind. In den meisten Fällen wird die Beiziehung des Eisens zu auf lange Dauer herzustellenden Dachkonstruktionen von über 25 m Spannweite nicht allein billigere, sondern auch gefälligere aussehende Konstruktionen geben. Werden doch die Dächer der Eisenbahnhallen von bedeutender Tiefe schon längst fast vollständig aus Eisen konstruirt, worüber der 3. Band Aufschluß giebt.

Die hier einschlägigen Dachkonstruktionen können nun in zweierlei Weise gebildet werden, nämlich aus geraden Hölzern oder aus solchen in Bogenform. Letztere Konstruktion, eine Nachahmung der Gewölbeform, ist die der Bohlendächer und besteht aus bogenförmigen, mittels Dielen konstruirten Verbandstücken. Dabei können die Dachflächen als gekrümmte oder ebene Flächen behandelt werden. Den nach beiden Konstruktionsmotiven gebildeten Dächern werden wir die Hallendächer und endlich die Kirchendächer folgen lassen.

1. Dächer aus geraden Hölzern.

Anstatt die Dachbinder nach der Kreislinie zu konstruiren, wie wir später bei den Bohlendächern zeigen werden, ist diese Linie bei vorstehenden Konstruktionen der Binderform bloß zugrunde gelegt, so zwar, daß die einzelnen Verbandstücke der Binder die Kreislinie nur tangiren, wie Fig. 2, Taf. 34, zeigt, wodurch Binder von polygonaler Form entstehen, weshalb man den Dächern auch den Namen polygonale Dächer geben kann. Wissenschaftliche und praktische Untersuchungen hierüber sind von dem französischen Ingenieur Ardant angestellt worden. Darnach sind diese Dächer weit billiger herzustellen, als die Bohlendächer, indem sie unter gleichen Verhältnissen weniger Material und Arbeit verlangen; und bei gleichem Materialaufwande zeigen die aus geraden Hölzern konstruirten Gespärre gegen Biegung einen viermal so großen Widerstand als die Bogengespärre.

Ardant weist zunächst nach, daß alle Dachgespärre ohne durchgehende Dachbalken, mögen sie gestaltet sein wie sie wollen, an ihrem Fuße einen Horizontalschub auf ihre Unterlage äußern, und zwar auf folgende Weise. Es sei Fig. 1, Taf. 34, AECFB ein solches, auf irgend eine Art zusammengesetztes Gespärre, was, in Bezug auf eine Vertikale durch die Spitze C, durchaus symmetrisch angeordnet, und auf beiden Seiten ebenso ganz gleich durch Gewichte p, p′, p″ .... p^n belastet ist und dessen untere Enden A und B auf einer festen Horizontalfläche aufstehen. Bei einem solchen Gespärre ist klar, daß, wenn das gesamte Eigengewicht einschließlich der Belastungen p, p′ ... p^n der einen Hälfte durch P bezeichnet wird, jedes der beiden Enden A und B einen Vertikaldruck = P auf die Unterlage ausübt, und daß von letzterer ein ebenso großer, aber entgegengesetzt, also vertikal aufwärts wirkender Gegendruck hervorgebracht wird. Es wird daher in dem Systeme durchaus nichts geändert werden, wenn wir uns das Gespärre mit

der Spitze C fest eingemauert denken, so daß CD immer vertikal bleibt, und die Unterlage fortgenommen, während das Gespärre unter der Einwirkung der Kräfte P und p, p' . . . p^n steht. Betrachten wir nun die Momente dieser Kräfte in Bezug auf den Punkt C, so hat P den Hebelsarm AD, und wenn GH die Vertikale durch den Schwerpunkt sämtlicher Kräfte p, p' . . . p^n bezeichnet, welche jedenfalls zwischen A und D liegen muß, so daß also HD < AD wird, so ist auch klar, daß das Moment P . AD größer als $p + p' + p'' + \ldots p^n$ HD sein muß, da ja $P = p + p' + p'' + \ldots p^n$ ist. Hieraus folgt aber, daß der Punkt A (oder) B der Kraft P folgen muß und etwa eine Lage in A' annehmen wird. Zieht man A'a senkrecht auf AP, so ist Aa das Maß für die vertikale und A'a das für die horizontale Bewegung des Punktes A. Oder Aa stellt eigentlich die Senkung der Spitze C dar, während A'a das Maß des Horizontalschubes giebt. Dieselbe Erklärung paßt auch, wenn man statt des polygonalen Gespärres ein kreisförmiges, oder nach anderen Kurven gebogenes voraussetzt, so daß die oben aufgestellte Behauptung erwiesen sein dürfte.

Zur Berechnung der Größe dieses Horizontalschubes S giebt Ardant für Gespärre aus geraden Hölzern nach der Fig. 1, Taf. 34, angedeuteten Form folgende Formel:

$$S = 0{,}125\, P \left(\frac{a^2 \operatorname{tg}\beta (5a + 12a') + 8a'^3 \operatorname{tg}\alpha}{a^2 \operatorname{tg}\beta (3b' + 2b) + 2a'^2 b' \operatorname{tg}\alpha} \right).$$

In dieser Formel bezeichnet:

P das ganze, durch das Gespärre getragene Gewicht, vorausgesetzt, daß es gleichförmig über die Sparren verteilt ist;

a und b die Horizontal- und Vertikalprojektionen des Sparrens EC;

a' und b' die Horizontal- und Vertikalprojektionen des Stuhlpfostens AE;

β und α die Winkel, welche die Sparren und die Stuhlpfosten mit der Vertikale einschließen.

Hierbei sind P und S in kg, a, b, a' und b' in m ausgedrückt.

Ardant bemerkt sodann, daß es vorteilhaft sei, die Stuhlpfosten AE etwas nach innen zu neigen, so daß der Winkel α ungefähr drei Grade betrage; ferner daß die Neigung des Daches in der Ausführung wenig von der abweichen würde, bei welcher der Winkel β die Werte 45 oder 57 oder 63 Grad hätte, d. h. daß die Dächer Winkel-, Drittel- oder Vierteldächer wären. In obige Formel Winkel $\alpha = 3^0$ eingeführt und für β nacheinander die Werte 45, 57 und 63 Grad gesetzt, giebt

für $\beta = 54^0$; $S = 0{,}197$ P
„ $\beta = 57^0$; $S = 0{,}220$ P
„ $\beta = 63^0$; $S = 0{,}227$ P.

Die Richtigkeit dieser, durch Rechnung gefundenen Formel weist Ardant durch eine Reihe von Versuchen nach. Wir wollen uns begnügen, den Horizontalschub von derartigen Gespärren im allgemeinen zu $^1/_4$ der Belastung derselben (ihr eigenes Gewicht mit inbegriffen) anzunehmen.

Bei dieser Annahme ist es auch erklärlich, warum dergleichen Konstruktionen, wenn sie mit ihren Füßen auf hinreichend stabilen Mauern oder Pfeilern stehen, nicht auf der Oberfläche derselben gleiten, auch wenn sie ohne weitere Befestigung nur glatt aufliegen. Dies erklärt sich durch das Vorhandensein der Reibung, denn setzen wir den Reibungskoëffizienten = 0,64, so ist die Reibung selbst, da der Normaldruck = $^1/_2$ P angenommen werden muß, = 0,32 P, also größer als der Horizontalschub, so daß sich letzterer durch ein Gleiten der Sparrenfüße nicht äußern kann. Dieselbe Erscheinung hat sich oft bei Versuchen im Großen gezeigt, bei denen man zur Ausführung bestimmte und belastete Gespärre der beschriebenen Art auf unbewegliche Unterlagen aufstellte und dabei kein Ausweichen der Füße wahrnahm. Hierbei wurde der Horizontalschub jedenfalls durch die Reibung absorbirt und deshalb nicht wahrnehmbar. Man würde aber durchaus falsch schließen, wenn man glaubte, die Konstruktion äußere gar keinen Horizontalschub.

Wir haben gesehen, daß das Maß Aa in Fig. 1, Taf. 34, eigentlich die Senkung der Spitze C des Gespärres bezeichnet, und es ist für die Praxis von Interesse, die Größe dieser Senkung zu kennen.

Betrachtet man das Gespärre noch einmal unter den Einwirkungen der Kräfte p, p' . . . p^n und P, so sieht man, daß die Biegungen des Sparrens EC und der Stuhlsäule AE so vor sich gehen würden, daß die Konkavität dieser beiden Hölzer nach außen gerichtet wäre und das Gespärre eine Form, ähnlich der Fig. A'E'C, annehmen würde. Bringt man aber in A eine Horizontalkraft S an, die im stande ist, den Punkt A fortwährend in der Vertikalen durch A zu erhalten, so wird die Biegung des Stuhlpfostens AE im entgegengesetzten Sinne erfolgen und das ganze Gespärre eine Form wie aE"C annehmen.

Rückt man nun diese Figur so weit herunter, bis der Punkt a mit A zusammenfällt, so zeigt die Fig. C"E"B, daß durch die Einwirkung der Kräfte p, p' . . . p^n, P und S eine Senkung des Scheitels des Gespärres und eine Horizontalverschiebung des Punktes F eintritt, während in B ein Horizontalschub S wirksam ist.

Die horizontale Verschiebung des Punktes F zu kennen, ist deshalb wichtig, damit man einen Druck des Stuhlpfostens an seinem oberen Ende auf die Mauer verhüten kann.

Ardant giebt nun eine Formel zur Berechnung der Senkung des Scheitels, deren Übereinstimmung mit seinen

Versuchen er nachweist, und ebenso eine für die Horizontalverschiebung des Punktes F, und zwar giebt er an, daß man für die Praxis, bei welcher die Senkung des Scheitels immer nur gering sein darf und wird, die Horizontalverschiebung gleich 0,5 f annehmen dürfe, wenn f die Senkung des Scheitels bezeichne.

Für letztere giebt er die Formel:

$$f = \frac{P}{4\,E\,l\,h^3}\left(a^2(5a + 12a') + 8a'^3 - \frac{a^2 \operatorname{tg}\beta\,(5a + 12a') + 8a'^3 \operatorname{tg}\alpha}{a^2 \operatorname{tg}\beta\,(3b' + 2b) + 2a'^2 b' \operatorname{tg}\alpha}\,(a^2(3b' + 2b) + 2a'^2 b')\right).$$

In dieser Formel bedeutet:

f die Senkung im Scheitel,
a die Horizontalprojektion, b die Vertikalprojektion des Sparrens FC,
a' die Horizontalprojektion, b' die Vertikalprojektion der Stuhlsäule AE,
l die Breite, h die Höhe im Querschnitt des Sparrens und der Stuhlsäule,

ferner

E den Elastizitätsmodul, für Tannenholz = 1000000000 kg,
P das ganze Gewicht, welches das Gespärre trägt, in kg,
β den Winkel, welchen der Sparren, und
α den Winkel, welchen der Stuhlpfosten mit der Vertikalen machen.

Stellt man den Stuhlpfosten vertikal, so wird $a' = o$ und

$$f = \frac{5\,P\,a^3}{4\,E\,l\,h^3}\left(1 - \frac{a^2 \operatorname{tg}\beta\,(3b' + 2b)}{a^2 \operatorname{tg}\beta\,(3b' + 2b) + 2b'^3}\right).$$

Ordnet man das Gespärre so an, daß der Stuhlpfosten AE und der Sparren FC durch einen Kreis vom Halbmesser A berührt werden, so kann man die Größen a, a', b und b' als Funktionen der Winkel α und β und des Halbmessers A ausdrücken und man erhält

$$a = A \operatorname{tg}\beta\left(\frac{1}{\sin\beta} - \frac{\sin \tfrac{1}{2}(\beta + \alpha)}{\operatorname{Cos} \tfrac{1}{2}(\beta - \alpha)}\right)$$

$$a' = A \operatorname{tg}\alpha\,\frac{\sin \tfrac{1}{2}(\beta + \alpha)}{\operatorname{Cos} \tfrac{1}{2}(\beta - \alpha)}$$

$$b = A\left(\frac{1}{\sin\beta} - \frac{\sin \tfrac{1}{2}(\beta + \alpha)}{\operatorname{Cos} \tfrac{1}{2}(\beta - \alpha)}\right)$$

$$b' = A\,\frac{\sin \tfrac{1}{2}(\beta + \alpha)}{\operatorname{Cos} \tfrac{1}{2}(\beta - \alpha)}.$$

Für die Ausführung darf man beim Aufschlagen den Stuhlpfosten nicht senkrecht stellen, damit derselbe nach der Belastung durch das Deckmaterial nicht nach außen überhängt; und Ardant rät, wie schon erwähnt, den Winkel α etwa $= 3^0$ zu machen. Alsdann erhält man:

1) für Winkeldächer:

$\operatorname{tg}\alpha = 0{,}05$; $\operatorname{tg}\beta = 1{,}00$ und $f = 0{,}0036\,\frac{P\,h^3}{E\,l\,h^3}$

2) für $^1/_3$ Dächer:

$\operatorname{tg}\alpha = 0{,}05$; $\operatorname{tg}\beta = 1{,}53$ und $f = 0{,}0102\,\frac{P\,A^3}{E\,l\,h^3}$

3) für $^1/_4$ Dächer:

$\operatorname{tg}\alpha = 0{,}05$; $\operatorname{tg}\beta = 2{,}00$ und $f = 0{,}0120\,\frac{P\,A^3}{E\,l\,h^3}$.

Um die Querschnittsabmessungen der Sparren und Stuhlpfosten eines solchen Gespärres zu berechnen, giebt Ardant folgende Formeln, bei denen P das ganze Gewicht, welches der Sparren trägt, in kg, A die halbe Spannweite des Gespärres, b die Breite und h die Höhe des Querschnittes in m bezeichnen.

Unter der Voraussetzung, daß die Sparren die Neigung eines $^1/_3$ Daches, d. h. 3 Basis zu 2 Höhe haben, und der Sparren auf den Meter seiner Horizontalprojektion

Neigung des Daches gegen den Horizont	Winkel, welchen der Sparren mit der Vertikalen bildet	Formeln zur Berechnung	
		des Sparrens	des Stuhlpfostens
2 Basis zu 1 Höhe	63°	$b\,h^2 = 0{,}00000104\,P\,A$	$b\,h^2 = 0{,}00000226\,P\,A$
3 „ „ 2 „	57°	$b\,h^2 = 0{,}00000104\,P\,A$	$b\,h^2 = 0{,}00000202\,P\,A$
1 „ „ 1 „	45°	$b\,h^2 = 0{,}00000105\,P\,A$	$b\,h^2 = 0{,}00000163\,P\,A$

mit 200 kg belastet ist, giebt Ardant noch folgende Tabelle für die Querschnittsabmessungen, wenn nur die Spannweite gegeben ist.

Spannweite des Daches in m	Querschnitte in m					
	des Sparrens		jeder der Hälften des aus 2 Zangenhölzern gebildeten Pfostens		des Spannriegels und des Tragbandes	
	Breite b	Höhe h	Breite b	Höhe h	Breite b	Höhe h
24	0,23 zu	0,33	0,125 zu	0,42	0,18 zu	0,18
22	0,22 „	0,32	0,125 „	0,39	0,18 „	0,18
20	0,21 „	0,31	0,125 „	0,38	0,16 „	0,16
18	0,20 „	0,30	0,125 „	0,38	0,16 „	0,16
16	0,19 „	0,29	0,125 „	0,36	0,14 „	0,14
14	0,18 „	0,28	0,125 „	0,35	0,12 „	0,12

Wie schon früher bemerkt, wird man immer Pfettendächer anordnen, so daß die Gespärre die Binder bilden und so die Pfetten stützen, auf denen die Dachsparren aufliegen. Die Entfernung der Binder voneinander giebt Ardant zu 3,5 m an, was etwa mit unserer früheren Annahme von 3—3,60 m übereinstimmen würde. Die Befestigung der Pfetten auf den Hauptsparren unterliegt keinen Schwierigkeiten, und daß man unter allen Umständen eine Firstpfette anordnen wird, versteht sich von selbst.

Was die einzelnen Verbindungen des Gespärres anbelangt, so sind an den Verbindungsstellen möglichst „feste Knoten" zu bilden, wie dies die Details auf Taf. 34 in den Fig. 4 und 5 zeigen.

Macht man die Pfosten AB, Fig. 2, Taf. 34, doppelt, so wird das Tragband C einfach und mit Versatzung ohne Zapfen in den Sparren eingesetzt, hier aber durch einen Schraubenbolzen befestigt, während die Doppelpfosten das Sparrenende umfassen und mit ihm verbolzt sind. Über diese Verbindung geht nach der Mitte des Tragbandes noch eine Zange, welche hauptsächlich die Unveränderlichkeit des Winkels bei B bezweckt.

Den Spannriegel D wird man wohl ebenfalls am zweckmäßigsten einfach anordnen, um so beide Hauptsparren gegeneinander stemmen zu können. Die Verbindung derselben mit dem Spannriegel zeigt Fig. 5. In der Mitte wird alsdann eine kurze doppelte Hängsäule nötig, um mittels derselben einen wirksamen Längenverband anordnen zu können, wie solches der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt.

Wegen der Horizontalverschiebung des Punktes B, Fig. 2, hat man sich wohl zu hüten, weder den Sparren, noch die Zange gegen die Mauer zu stemmen, sondern gegenteils mit den Enden dieser Hölzer etwas über das Maß dieser Verschiebung davon entfernt zu bleiben, damit eine Bewegung, die durch das „Setzen" in den einzelnen Verbindungen entsteht und die in den erwähnten Formeln nicht berücksichtigt ist, unschädlich werde.

Die Sparrenschwelle E wird, unabhängig von dem Hauptsparren, auf der Mauer gelagert, und in Bezug auf diese ist noch folgendes für das Aufschlagen eines solchen Daches zu bemerken. Zuerst werden natürlich die einzelnen Bindergespärre aufgestellt, die, noch unbelastet, ihre ursprüngliche Gestalt beinahe ganz beibehalten werden. Auf diesen werden dann die Pfetten befestigt, die endlich die Dachsparren aufnehmen, welche zunächst das Deckmaterial zu tragen haben. Werden nun durch das Aufbringen dieses letzteren die Bindergespärre nach und nach belastet, so werden sie sich, wie wir gesehen haben, biegen und im Scheitel senken. Hierdurch werden aber die Dachsparren, weil sie ihre Länge nicht verkürzen, von der Firstpfette und den dieser zunächst liegenden Pfetten gelöst und müssen nun einen bedeutenden Schub auf die Sparrenschwelle und so auf den oberen Teil der Mauer ausüben, der sehr gefährlich werden kann. Ardant schlägt daher vor, die Sparrenschwelle anfänglich auf Keile zu legen, von einer Höhe gleich der zu erwartenden Senkung im First, und diese Keile bei der allmählichen Belastung ebenfalls allmählich zu senken, bis die Dachsparren überall auf den Pfetten und auch auf der Firstpfette aufliegen.

Vielleicht dürfte auch noch die Bemerkung nicht ohne Interesse sein, daß man die Last der Bedachung auf möglichst viele Punkte und so recht gleichmäßig über die Hauptsparren zu verteilen suchen muß, weshalb eine größere Anzahl von Pfetten und daher schwache Dachsparren zweckmäßig erscheinen.

Um schwächere Hölzer verwenden zu können, hat man die einfachen Gespärre dadurch zu verstärken gesucht, daß man zwei polygonal geformte so übereinander gesetzt hat, daß die Eckpunkte des Innern auf die Mitte der langen Seite des Äußern treffen und diese stützen. Fig. 1, Taf. 35, giebt ein allgemeines Bild davon, und Fig. 2 derselben Tafel zeigt die feinere Ausbildung, so daß sich das ganze Gespärre einer Halbkreisform anschließt, welche ein eleganteres Ansehen gewährt. Auch in diesem letzteren Gespärre sind alle Hölzer gerade, mit Ausnahme des mittleren EF und der kleinen Ausfüllungsstücke bei G. Diese krummen Hölzer tragen wenig oder nichts zur Festigkeit der Konstruktion bei und können daher aus Dielenstücken auf die möglichst wohlfeilste Art hergestellt werden.

Aus der Betrachtung der Figur wird die Konstruktion so deutlich hervorgehen, daß man das Leergebinde und den Längendurchschnitt ohne weitere Anleitung wird aufzeichnen können, und es soll in Bezug auf letzteren daher nur noch bemerkt werden, daß im Scheitel mit Hilfe der hier befindlichen vertikalen Zange wieder auf dieselbe Weise wie in Fig. 3, Taf. 34, ein Längenverband hergestellt werden kann. Bei sehr weit gesprengten Dächern könnte man letzteren übrigens auch noch dadurch verstärken, daß man auf der Zange bei C noch eine Pfette anordnete und zwischen dieser und der Dachpfette D eine Reihe von Andreaskreuzen konstruirte, die an dieser Stelle dem Längenverbande sehr wirksam zu Hilfe kommen dürften.

Was den Horizontalschub, die Senkung des Scheitels und die Horizontalverschiebung des Punktes H anbetrifft, so kann man diese Größen nach den für das einfache Gespärre gegebenen Formeln ebenfalls berechnen, wie dies die von Ardant auch mit den in Rede stehenden Gespärren angestellten Versuche bestätigen. Auch die Querschnitte der Hauptverbandstücke lassen sich nach den auf Seite 123 gegebenen Formeln berechnen; nur hat man die für den Hauptsparren gefundene Höhe auf diesen selbst und auf die

Verstärkung desselben (den Untersparren) zu verteilen, so daß beide zusammen bei M diese Stärke haben. Ebenso wird man die für den Pfosten gefundene Stärke, wenn noch eine besondere Stuhlsäule vorhanden ist, auf diese und den Pfosten verteilen, wobei letztere dann mit dem Sparren gleiche Breite hält.

Ardant giebt für diese in Fig. 1 und 2, Taf. 35, dargestellten Gespärre, unter der Voraussetzung, daß sich die Höhe des Daches zur Spannweite wie 1 : 3 verhalte und der Sparren auf den m seiner Horizontalprojektion mit 300 kg belastet sei, folgende Tabelle für die Querschnittsabmessungen der Hauptverbandstücke.

Spannweite in m	Querschnitt in m			
	des Sparrens	der Streben (Untersparren) und Tragbänder	jedes der zwei Zangenhölzer, aus denen der Pfosten A′ B′ besteht	der Stuhlsäule A B Fig. 2, Taf. 35
	Breite b Höhe h	Breite b Höhe h	Breite b Höhe h	Breite b Höhe h
24	0,20 zu 0,25	0,20 zu 0,20	0,125 zu 0,25	0,20 zu 0,25
22	0,20 „ 0,22	0,20 „ 0,20	0,125 „ 0,22	0,20 „ 0,25
20	0,20 „ 0,20	0,20 „ 0,20	0,125 „ 0,20	0,20 „ 0,15
18	0,15 „ 0,20	0,15 „ 0,20	0,125 „ 0,18	0,15 „ 0,15
16	0,15 „ 0,18	0,15 „ 0,15	0,120 „ 0,16	0,15 „ 0,15
14	0,15 „ 0,15	0,15 „ 0,15	0,120 „ 0,15	0,15 „ 0,15

In Beziehung auf die Ausführung solcher zusammengesetzter Gespärre ist, gegenüber den einfachen, nichts Besonderes zu bemerken, als daß alle bündigen Überschneidungen, wobei die Hölzer zur Hälfte ausgeschnitten werden, möglichst zu vermeiden sind und man die Schraubenbolzen nicht sparen darf.

Nach diesem Systeme sind mehrfach Dächer über größere und geringere Spannweiten ausgeführt, von denen wir eines beispielsweise anführen wollen.

Fig. 1—4, Taf. 36, zeigt die Überdeckung der vor wenigen Jahren durch Feuer zerstörten Fruchthalle in Mainz, welche 1838 vom Architekten Dr. Geier erbaut wurde.

Obschon das Dach Fig. 1—3 über eine Weite von ca. 34 cm zu spannen war, so wurde doch dessen Konstruktion wesentlich dadurch erleichtert, daß in der Halle zwei Reihen Stützen angeordnet waren, wodurch nur noch eine frei tragende Dachkonstruktion von 25 m herzustellen übrig blieb, welche in höchst rationeller Weise und mit äußerst geringem Materialaufwand ausgeführt war.

Das aus Pfeilern und Säulen bestehende Stützensystem nahm zum Längenverband zwei nebeneinander gelagerte verzahnte Balken auf, die über den Stützen durch Doppelbalken mit der Umfassungsmauer verankert worden sind. Auf diesen Doppelbalken waren zwei Schwellen aus Eichenholz eingelassen, auf denen Doppelpfosten sich erhoben, die nicht allein den Hauptsparren von 20,5 m Länge, sondern auch den darüber liegenden zweiten Mittelpfetten eine sichere Unterstützung gewährten, die bei letzteren durch die Kopfbänder noch vermehrt wurde. Um diese Doppelpfosten sucht sich aber der Dachbinder zu drehen, indem die First das Streben hat, einzusinken und einen Seitenschub auszuüben, während der Fuß des Binders eine aufwärts gerichtete Bewegung zu machen sucht. Um diesen Bewegungen vorzubeugen, ist unter der fünften Mittelpfette eine Zange angebracht, welche die kurze Hängsäule mit den Haupt- und Bindersparren fest verbindet. Diese Zangen sind aber unter sich wieder fest verspannt durch eine über ihnen befindliche Zange, welche parallel mit der Firstpfette angebracht ist. Gegen die Aufwärtsbewegung des Binderfußes sind ausreichende Vorkehrungen getroffen durch die nicht leicht aufwärts zu drehende Stichbalkenzange, welche den Fuß des Hauptsparrens sicher faßt und die Sparrenschwelle aufnimmt; hauptsächlich aber durch ein Verbandstück, welches die Stichbalkenzange, den Fuß des Haupt- und Sparrenbinders mit den verdoppelten Balken verbindet, welche den Querverband der Pfeiler- und Säulenstellung mit den Umfassungsmauern vermitteln. Ein Blick auf die Figur 2 wird dies verdeutlichen, sowie sie auch die sorgfältige Konstruktion zur Aufhebung des Seitenschubes erklärt.

Zwischen der dritten und vierten Mittelpfette sind Oberlichter durch Abwechselung eines Leersparrens, Fig. 3, angeordnet; hier werden auch die Hauptsparren, deren freie Länge von der zweiten bis zur fünften Mittelpfette 11 m beträgt, sich einzubiegen suchen, weshalb eine Verstärkung und Abstrebung auf- und abwärts hergestellt ist. Dr. Geier projektirte diese Konstruktion auch mit Bohlensparren, um vergleichende Kostenberechnung anstellen zu können, welche zu dem Resultate führte, daß die Konstruktion mit Bohlensparren um ein Viertel teurer käme, als die auf Taf. 36 dargestellte.

2. Dächer aus krummen Hölzern, Bohlendächer.

Die gewölbeartige Überdachung weiter Räume, bei welcher diese durch keinerlei Verbandstücke in ihrem Gebrauche beschränkt sind, führte zur Konstruktion der Bohlendächer. Philibert Delorme, † 1577, soll zuerst aus Bohlen, Dielen oder Brettern bogenförmig zusammengesetzte Dachsparren, Bohlensparren, verwendet haben, und zwar zur Kuppel einer Kornhalle. In Deutschland war es besonders Gilly, der sich die Verbreitung und Bekanntmachung dieser Dächer angelegen sein ließ und sie zur Überdeckung von Theatern, Kirchen, Reithäusern, Scheunen u. s. w. empfahl.

Bei diesen Dächern wurde die gebogene Gestalt auch im Äußeren der Gebäude beibehalten, so daß gebogene

Dachflächen sich bildeten, welche mit Ziegeln nicht dicht einzudecken waren. Am nachteiligsten war die runde Form in der Nähe des Firstes, wo die Tangente an dieselbe die flachste Lage hatte, und es wurden hier dreieckige Brettstücke aufgesetzt, um einen scharfen Rücken für den First zu erhalten, und da am Fuße der Sparren ähnliche geradlinige Hölzer, als Aufschieblinge, erforderlich waren, so blieb nur noch der mittlere Dachteil gebogen. Eine solche Dachform, welche etwa die in Fig. 380 gezeichnete Gestalt zeigte,

Fig. 380.

konnte nicht lange für schön gelten, und da die Übelstände bei der Eindeckung mit Ziegeln doch immer noch teilweise fortbestanden, so fügte man den gekrümmten Bohlensparren bald noch äußere geradlinige hinzu, so daß sich im Äußeren die gekrümmten Sparren gar nicht verrieten.

Den Vorteil des freien Raumes im Innern und die Möglichkeit, ohne durchgehende Balken Gespärre über große Gebäude konstruiren zu können, wohl erkennend, hat man die Bohlensparren auch in neueren Konstruktionen beibehalten; jedoch nur in den eben erwähnten Fällen, in denen sie als die Hauptsparren eines Pfettendaches auftreten und das zur Aufnahme des Deckmateriales dienende Gerüst tragen. Die äußerlich gebogene Form hat man nur den Kuppeldächern gelassen, die selten mit Ziegeln, sondern meist mit Schiefer oder Metall eingedeckt werden.

In allen den Fällen aber, in denen die Gewinnung eines großen freien Raumes nicht überwiegende Forderung ist, hat man die Bohlendächer aufgegeben, und auch wenn jene Bedingungen stattfinden, macht man doch im ganzen, mit alleiniger Ausnahme der Kuppeln, selten Gebrauch davon.

Wir wollen uns daher auch vorzugsweise nur mit den Bohlendächern über weitere Räume, die gerade Sparren tragen, beschäftigen und in Bezug auf sattelförmige Bohlendächer mit gebogenen Dachflächen auf das bekannte Gilly'sche Werk verweisen.

Was zuerst die Form der gekrümmten Bohlensparren anbelangt, so bietet unstreitig die Kreislinie als Halbkreis, Kreissegment und Spitzbogen die zweckmäßigste Form dar.

Unter den vielen möglichen Spitzbogenformen giebt Gilly die in Fig. 381 und 382 dargestellten als die zweckmäßigsten an. Nach Fig. 381 ist die Höhe b c des Daches „um etwas“ größer anzunehmen, als die halbe Gebäudetiefe a b, dann die Hypotenuse a c zu ziehen, auf der Mitte derselben der Perpendikel d e zu errichten und dieser „gleich $1/6$ oder $1/7$“ a c zu machen, worauf zu den drei Punkten a, d und c der Kreismittelpunkt auf bekannte Weise zu bestimmen ist. Nach Fig. 382 soll die halbe Gebäudetiefe a b in 5 gleiche Teile geteilt und 6 solcher Teile als Dachhöhe a c angenommen werden; $7\frac{1}{2}$ solcher Teile

Fig. 381.

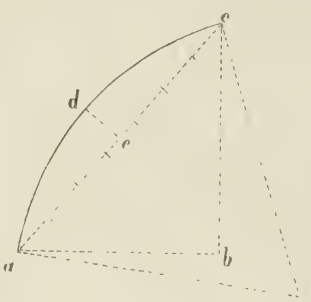
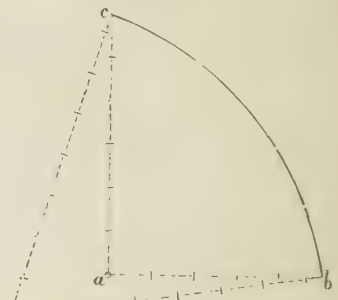


Fig. 382.



bestimmen dann den Halbmesser des Kreises, welcher die Form des Sparrens bezeichnet. Man sieht schon aus diesen Vorschriften, daß Gilly auf die sehr genaue Form der Bohlensparren keinen großen Wert legt, sondern nur im allgemeinen die Spitzbogenform für die vorteilhafteste hält.

Ist der Krümmungshalbmesser zu klein angenommen, so werden sehr breite Dielen erfordert und die stark „über den Span“, d. h. schief zu der Lage der Holzfasern, verschnitten, und außerdem werden die Brettstücke doch nur kurz werden, wodurch sehr viele Fugen, d. h. schwache Stellen, in den Sparren kommen. Es ist daher doppelt vorteilhaft, den Krümmungshalbmesser möglichst groß zu nehmen.

Sollen die Bohlensparren das Deckmaterial unmittelbar aufnehmen, so wird man für die Krümmung der Sparren die Regel befolgen müssen, daß an keinem Punkte dieser Krümmung die Tangente einen kleineren Winkel mit dem Horizonte machen darf, als der für das Material zulässige Neigungswinkel ist. Trägt der Bohlensparren aber einen geraden Sparren, so ist die Form des ersteren schon gleichgültiger, nur ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Last des Deckmateriales möglichst gleichförmig auf den Sparren verteilt werde und eine Abstützung des äußeren Sparrens auf den Bohlensparren da stattfinde, wo der letztere, bei starker Belastung, das Bestreben haben wird, nach außen auszubauchen.

Ist die Form des Bohlensparrens bestimmt, so erfolgt seine Anfertigung. Diese geschieht auf zweierlei Art. Nach der älteren, von Delorme angegebenen, werden die Dielen hochkantig nebeneinander angeordnet, ähnlich wie die Felgen

eines Wasserrades (Fig. 383, 384 und 386); nach der neueren, von Oberst Emy vorgeschlagenen, aber aus möglichst langen Dielen, die mit ihrer breiten Seite aufeinander liegen, ähnlich wie die Federn eines Wagens, Fig. 387. Im ersten Falle werden die Dielen nicht gekrümmt, sondern krumm geschnitten, im zweiten aber gekrümmt; von ersteren zunächst.

Ein solcher Sparren besteht aus mehreren, nebeneinander liegenden Brett- oder Dielstücken, deren Stoßfugen

Fig. 383.

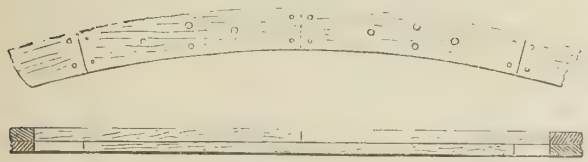


Fig. 384.

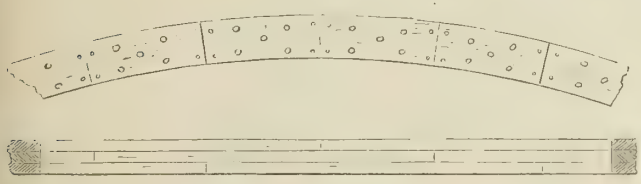


Fig 385.

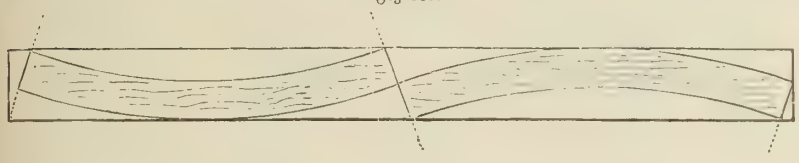
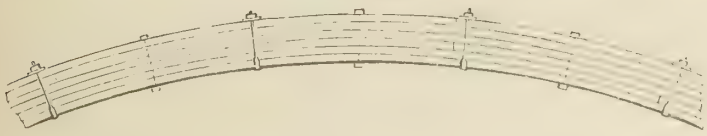


Fig. 386.

Fig. 387.



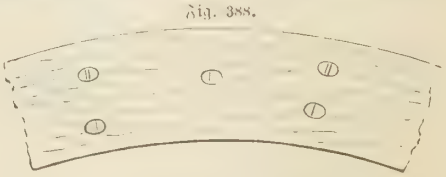
normal auf der Krümmung stehen, d. h. nach dem zugehörigen Kreismittelpunkte gerichtet sein müssen. Außerdem müssen diese Fugen in den verschiedenen Dielenlagen gehörig abwechseln oder Verband halten. Im allgemeinen ist es klar, daß ein solcher Sparren um so fester sein wird, aus je weniger Stücken er zusammengesetzt ist; deshalb ist es vorteilhaft, die notwendige Stärke der Sparren aus wenigen Lagen starker und nicht aus mehreren Lagen schwacher Bretter herzustellen. Am leichtesten ist es ferner, den Sparren aus lauter gleichen Stücken zusammenzusetzen, weil man dann die für eines derselben passende Schablone für alle gebrauchen kann. Dies wird bei zwei Brettlagen, welche Zahl wir als die kleinste bezeichnen müssen, leicht thunlich, weil dann immer die Fuge auf die Mitte des darüber liegenden Dielstücks treffen wird, Fig. 383. Bei drei Lagen, Fig. 384, ist das Verwechseln der Fugen schon weniger einfach, weil in einen und denselben Querschnitt des Sparrens nicht zwei Fugen fallen dürfen.

Das Schneiden der Brettstücke geschieht am vorteilhaftesten nach der in Fig. 385 angedeuteten Weise, so daß die Krümmungen immer verwechselt liegen, weil dann die Schnittfuge zwischen zwei Brettstücken zugleich als Stoßfuge dienen kann und alle unnötigen Zwischenräume wegfallen. Die Größe der einzelnen Brettstücke hängt, wie schon erwähnt, von der Krümmung und der Breite der vorhandenen Bretter oder Dielen ab, und man nimmt in dieser Beziehung 1,5 m als das Minimum und etwa 2,5 m als Maximum der einzelnen, nach der vorgeschriebenen Rundung geschnittenen Brettstücke an. Die Brett- oder Bohlstücke bleiben rauh, und nur in besonderen Fällen werden die äußeren Flächen der äußeren Lagen gehobelt.

Hat man die Brettstücke zu einer Lage geschnitten, so werden sie auf den Reisboden nach der aufgezeichneten Form, möglichst genau passend, aneinander geschoben, die zweite Lage mit verwechselten Fugen darauf gelegt und beide durch Nägel verbunden. Diese Nägel müssen, wenigstens an den Stößen, eiserne sein und wenigstens vier an jedem Stoße verwendet und umgenietet werden. Außerdem verbindet man die Brettlagen wohl durch hölzerne Nägel, in Entfernungen von ungefähr 20—25 cm voneinander.

Die hölzernen Nägel werden gewöhnlich von recht trockenem, tannenem Holze

Fig. 388.



gemacht, und es ist gut, sie in ihrem Querschnitte nicht ganz kreisrund, sondern etwas oval zu bearbeiten. Werden sie dann in die rund vorgebohrten Löcher eingetrieben, so muß die größere Achse des ovalen Querschnittes parallel mit den Holzfasern der Bretter liegen. Der durchgeschlagene Nagel wird auf der unteren Seite, mit der Fläche des Sparrens bündig, abgestemmt und an diesem Ende verkeilt. Damit dies Verkeilen nicht Veranlassung zum Spalten der Bretter werde, müssen die Keile senkrecht auf die Richtung der Holzfasern in die Nägel eingesetzt werden, Fig. 388.

Bei tiefen Gebäuden, über 8 m etwa, ist es geratener,

sich überall der eisernen, umgenieteten Nägel zu bedienen, und wenn die Tiefe 18 m erreicht, an den Stößen Holzschrauben oder Schraubenbolzen zu verwenden.

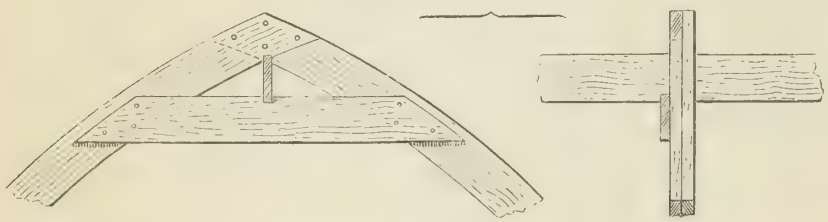
Die Bohlensparren, wenn sie zugleich Dachsparren sind, erhalten eine Entfernung voneinander von Mitte zu Mitte von 0,90—1,2 m und eine Breite von mindestens 20 cm; ihre Stärke hängt von der Länge der Bohlensparren ab, beziehungsweise von der Gebäudetiefe, und erhält darnach folgende Abmessungen:

Bei einer Gebäudetiefe unter und bis 7,5 m soll jeder Sparren 7 cm stark werden und bestehen aus 2 Dielen;

bei 7,5—11,5 m Tiefe 8 cm stark u. bestehen aus 2 Dielen,
„ 11,5—12,5 „ „ 10 „ „ „ „ „ 2 „
„ 12,5—14,0 „ „ 12 „ „ „ „ „ 3 „
„ 14,0 –15,7 „ „ 14 „ „ „ „ „ 2 „
und 1 Diele zu 6 cm Stärke.
„ 15,7—17,3 „ „ 18 „ stark u. bestehen aus 3 Dielen.

Für jede 3 m größere Gebäudetiefe legt man den Sparren 2,5—3,0 cm an Stärke zu, wobei aber der Grundsatz festzuhalten ist, jeden Sparren lieber aus 2 stärkeren, als aus 3 schwächeren Dielen zusammenzusetzen. Außerdem ist es ratsam bei Gebäudetiefen von 12 m und darüber, jedesmal dem vierten Sparrenpaare, als Bindersparren, eine größere und zwar die in obigen Angaben nächstfolgende Abmessung zu geben.

Fig. 389.



Um aus dergleichen Sparren ein Dachgebinde zu bilden, müssen zwei derselben im Scheitel oder an dem First miteinander verbunden werden, und wir haben diese Verbindung nur für den Fall zu betrachten, wenn das Gebinde einen Spitzbogen bildet; denn ist es nach einem Halbkreise oder nach einem kleineren Kreisbogen geformt, mit horizontaler Tangente am Scheitel, so muß die Verbindung an letzterer Stelle gerade so geschehen, wie in den übrigen Teilen der Sparren, d. h. das Gebinde muß ein Ganzes bilden. Die Verbindung bei spitzbogigen Gespärren geschieht nach Fig. 389 am einfachsten durch Überblattung, wenn der Sparren aus zwei Brettlagen besteht, und durch eine Art Schlitzzapfen, wenn drei Brettlagen den Sparren bilden. In beiden Fällen wird die Verbindung durch eiserne Nägel oder Schrauben noch mehr befestigt. Außerdem wird, etwa 18—24 cm unter dem inneren Scheitel, in horizontaler Richtung ein Brett an beide Sparren befestigt, welches die Verbindung sehr wirksam verstärkt.

Um die Entfernung der Sparren voneinander am First zu sichern und hier zugleich einen Längenverband für das Dach herzustellen, wird zwischen dem inneren Scheitel des Sparrengebindes und dem eben erwähnten horizontalen Brette eine etwa 6 cm starke Firstdiele in aufrechter Stellung

Fig. 390.

Fig. 391.

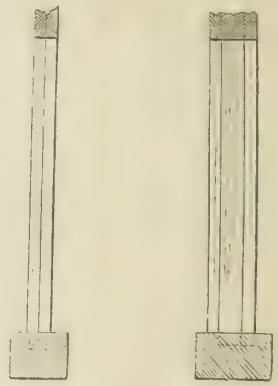
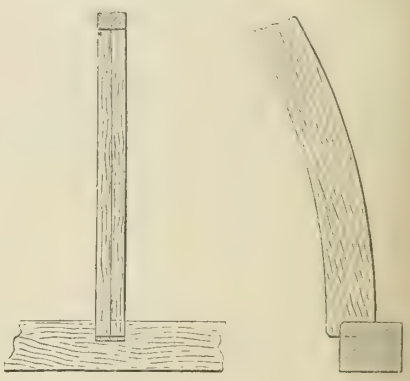


Fig. 392.



angebracht und in diese sowohl die Sparren, als jenes Brett etwa 4 cm tief eingelassen.

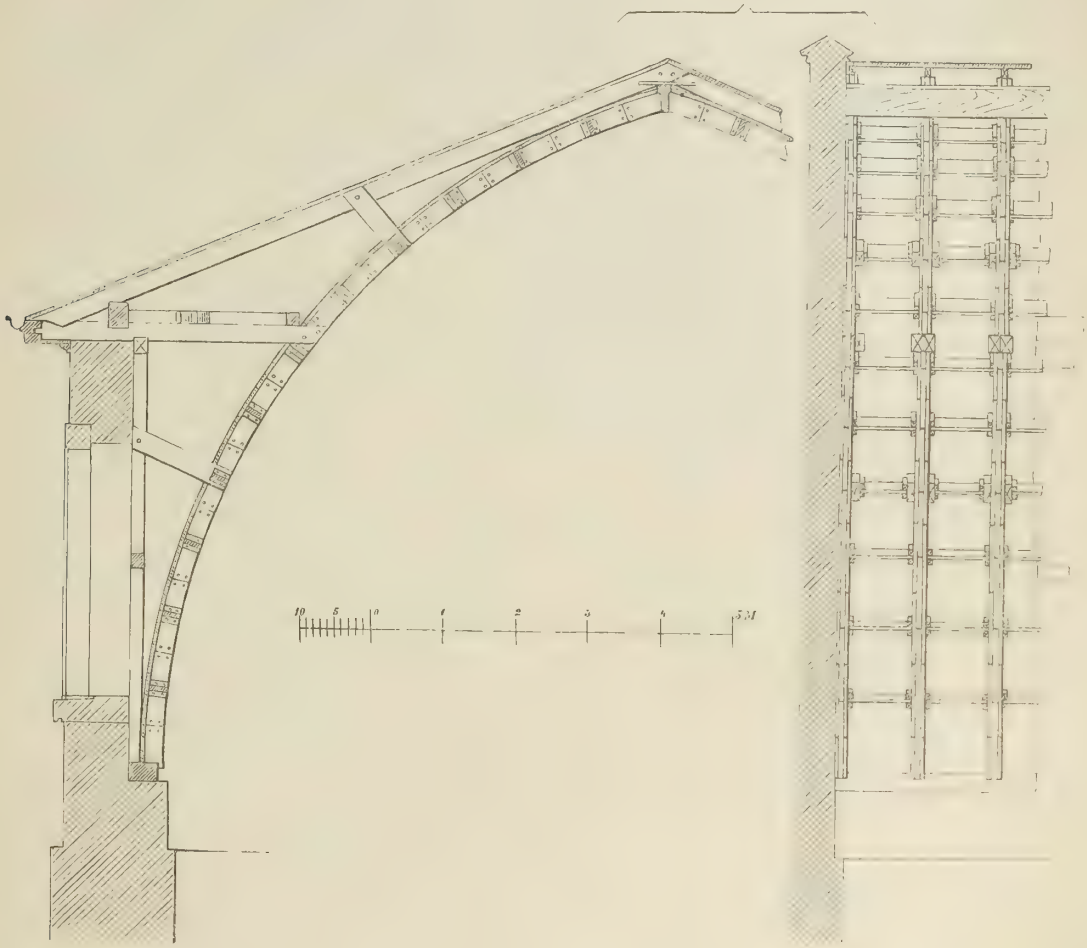
Mit ihren unteren Enden stehen die Sparren entweder in einem Balken oder auf einer Schwelle auf, und die Verbindung geschieht auf folgende Weise. Wenigstens 9 cm von dem Ende des Balkens, wenn ein solcher vorhanden ist, wird das Zapfenloch, nach Fig. 390, so lang als der Sparren breit ist, ausgestemmt, jedoch nicht so breit, als der Sparren dick ist. Wollte man nämlich den Sparren mit seiner ganzen Dicke in das Zapfenloch eingreifen lassen, so müßte man voraussetzen, daß sämtliche Zapfenlöcher durchaus von ganz gleicher Tiefe wären; da dies nun aber nicht wohl zu erreichen ist, so schneidet man an den, aus zwei Brettdicken bestehenden Sparren auf jeder Seite etwa 1,5 cm fort und macht das Zapfenloch um 3 cm schmäler, als die Sparrendicke beträgt, so daß die Sparren auf dem gebildeten Absatze ruhen, wobei sie alle, unbeschadet der ungleichen

Tiefe der Zapfenlöcher, in einerlei wagrechter Ebene aufstehen können. Ist der Sparren aus drei Lagen zusammengesetzt, so schneidet man nach Fig. 391 auf einer Seite, so lang als man den Sparren in das Zapfenloch reichen lassen will, die eine Brettdicke fort und giebt dem Zapfenloche eine Breite gleich der übrigbleibenden Sparrendicke. Übrigens können die Balken durchgehende Dachbalken oder auch Stichbalken sein.

genagelt werden. Auch eine Verriegelung der Sparren unter sich findet häufig Anwendung, wie wir beispielsweise in Fig. 393 dargestellt sehen. Hier ist nach früher angeführten Gründen die durch die Gestalt der Bohlensparren angedeutete gewölbte Form der Dachflächen nicht beibehalten, sondern es sind die gekrümmten Sparren gleichsam durch gerade Hölzer eingerahmt, um ebene Dachflächen zu erhalten.

Fig. 393 zeigt mit einigen nicht wesentlichen Abände-

Fig. 393.



Steht der Sparren aber auf einer Schwelle auf, so muß diese, wenn wieder ein Einzapfen stattfinden soll, um 9 cm breiter sein, als die Zapfen, damit vor dem Zapfenloche nach außen zu diese 9 cm Holz stehen bleiben können. Deshalb pflegt man den Sparren in diesem Falle gewöhnlich nur teilweise einzuzapfen und zugleich aufzuklauen, wie dies in Fig. 392 dargestellt ist.

Zu den hier erwähnten Details ist noch zu bemerken, daß der Längenverband dieser Dächer unter der erwähnten Firstdiele noch durch Sturmlatten hergestellt wird, die an der inneren Seite der Sparren in schräger Richtung an-

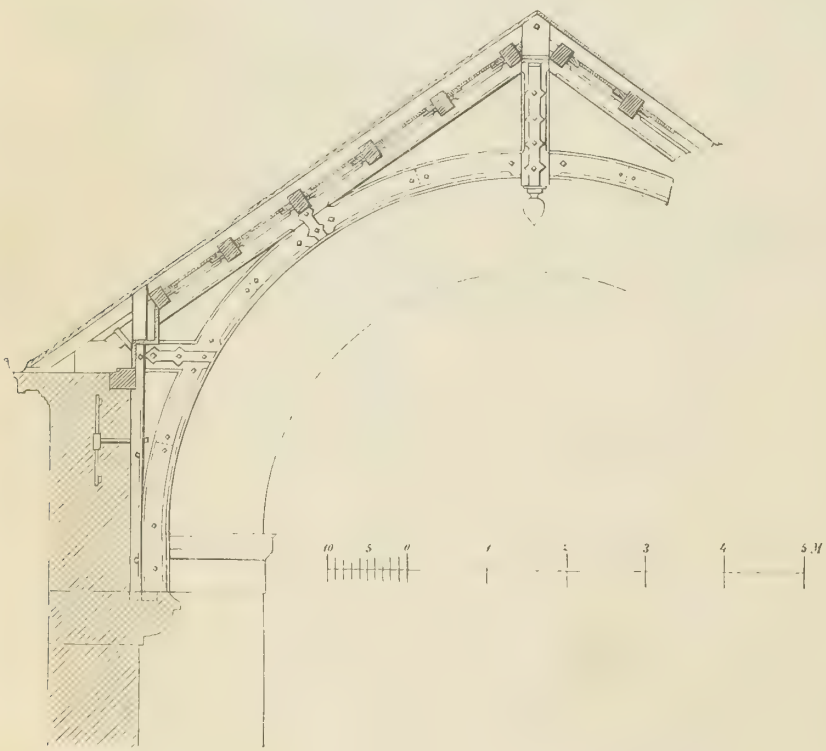
rungen die von Schinkel zu einer Reitbahn entworfene Dachkonstruktion. Die lichte Tiefe beträgt 13,33 m, die Bohlensparren sind 28,6 cm breit und bestehen aus einer mittleren, 5,2 cm starken Diele und aus zwei seitlichen von je 4 cm Stärke, mithin Dicke der Sparren 13,2 cm. Diese sind auf ihrem Rücken mit gehobelten Brettern 2 cm dick bekleidet und bilden einen Teil des Längenverbandes der Bohlensparren, welche außerdem 11 Mal durch 5 cm starke Dielen verriegelt sind. Hinter jedem Sparren steht ein Pfosten von 18,2 cm Breite und 23,4 cm Stärke mit dem Sparren auf derselben Schwelle. Diese Pfosten sind einmal

inmitten ihrer Höhe verriegelt und tragen eine Wandpfette, auf welcher ein mit den Bohlensparren zangenartig verbundenes Stichgebälk ruht. Dieses erhält einen Längenverband durch eine Reihe horizontaler Andreaskreuze, die auf dem Stichgebälke aufgekämmt und mit der Schwelle für die äußeren Sparren und einem Rahmholze verbunden sind. Die äußeren geraden Sparren haben 13 cm Breite und 20 cm Höhe, sie sind mit Brettern verschalt, welche eine Zinkblechdecke aufnehmen.

Derartige Bohlensparren-Konstruktionen werden bei Satteldächern nicht mehr ausgeführt, dagegen sind sie noch bei Kuppeldächern gebräuchlich, auf die wir später zurückkommen werden.

Die Bohlensparren finden nur noch Verwendung als Haupt- oder Bindersparren eines Pfettendaches, wie Fig. 394 zeigt, welche mit einiger Abänderung der Dachkonstruktion

Fig. 394.



der ebenfalls von Schinkel entworfenen Kirche in Moabit nachgebildet ist. Die hier als Binder auftretenden Bohlensparren tragen flachliegende Sparren eines Pfettendaches; sie sind in starke Doppelpfosten versatzt, die dicht an der Mauer liegen und mit dieser durch eingemauerte Anker verbunden sind. Durch diese Doppelpfosten gehen die Stichbalken bis zu den Bohlensparren, mit denen sie durch eiserne Bänder und Schraubenbolzen verbunden werden. In die Stichbalken sind die Hauptsparren eingesetzt und mit ihnen, sowie mit den Bohlensparren, wo diese tangirt werden, durch Eisenbänder verbunden.

Im Scheitel vermitteln doppelte Hängsäulen den Verband der Hauptsparren mit den Bohlensparren. Auf ersteren liegen die Pfetten, welche die Dachsparren tragen. Letztere sind unterhalb verschalt, so daß sich zwischen den Pfetten eine Federdecke bildet.

Wie bei dieser Konstruktion sind auch die Bohlensparren auf Taf. 42 und 43 in Kreissegment- und Korblinienform als Bindersparren verwendet, worauf wir später zurückkommen werden.

Eine andere Konstruktionsweise hat, wie bereits erwähnt und in Fig. 387 dargestellt wurde, Oberst Emy vorgeschlagen und in einem 1823 in Paris erschienenen Werke[1]) bekannt gemacht.

Anstatt der kurzen, hochkantig gestellten Dielen der Delorme'schen Methode werden hier möglichst lange Bohlen blattartig übereinander gelegt. Die Anfertigung ist im allgemeinen einfach, und es kommt nur darauf an, die Stöße der Dielen, welche nur stumpf sind, so abwechseln zu lassen, daß in keinem Querschnitte des Sparrens zwei dergleichen liegen und alle Dielen durch die umgelegten Zugbänder und durchgezogenen Schraubenbolzen möglichst miteinander verbunden werden. Das Biegen der Dielen geschieht einzeln über ein Lehrgerüst, und die Schraubenbolzen werden erst eingezogen, wenn der ganze Bogen die richtige Gestalt angenommen hat.

Um auch einen Repräsentanten des Emy'schen Systems zu haben, welches seiner außerordentlichen Kostspieligkeit wegen nicht leicht nachgeahmt werden dürfte, ist auf Taf. 37 die Hälfte eines Binders mit den nötigen Details gezeichnet, welcher einem von Emy erbauten Wagenschuppen zu Marai angehört. Dieser aus einem Bogen und geraden Hölzern konstruirte Binder hat 20 m Spannweite und trägt ein Vierteldach. Fig. 2 zeigt einen Teil des Längenschnittes, aus welchem der Längenverband und die Entfernung der Binder zu entnehmen ist.

Der halbkreisförmige Bogen besteht in seinen verschiedenen Teilen aus einer verschiedenen Anzahl von Dielenlagen. Zu unterst und bis zur ersten Zange, oder so weit der Bogen mit dem senkrechten Pfosten verbunden ist, liegen 7 Lagen übereinander; von da bis zu dem Bande zwischen der 6. und 7. Zange sind deren 8 angebracht; von hier bis zur 9. Zange 6 und im Scheitel selbst 5; jede Dielenlage ist 0,055 m stark und 0,13 m breit. Die äußeren

1) „Description d'un nouveau système d'arcs pour les grandes charpentes, par A. R. Emy." Deutsch v. L. Hoffmann. Leipzig 1860

Bretter des Bogens sind von Eichenholz genommen, was sich ebenfalls leicht biegen ließ, und in welches die Köpfe der Schraubenbolzen sich nicht eindrücken, so daß diese recht fest angezogen werden konnten. Die vertikalen Stuhlpfosten sowohl, als die geraden Hauptsparren sind durch Verdoppelungen steifer gemacht, um sie gegen Verbiegungen zu schützen. Der vertikale Stuhlpfosten berührt die Mauer nicht, und obgleich die untersten Zangen über denselben hinaus verlängert sind und um etwas in die Mauer reichen, so geschieht dies doch nur in der Art, daß die Binder an der Mauer keine andere Stütze finden, als daß sie dadurch in ihrer vertikalen Stellung erhalten werden. Die gezeichneten Details machen alles Übrige deutlich. Fig. 3 zeigt den Fuß des Bogens und seine Auflager; Fig. 4 einen Durchschnitt vor der mit AB bezeichneten Zange in Fig. 1; Fig. 5 einen Durchschnitt durch den Scheitel des Bogens mit einem eisernen Zugbande und Fig. 6 einen solchen über der untersten Zange CD in Fig. 4.

Schließlich zeigt eine Vergleichung mit der auf Taf. 35, Fig. 2, dargestellten Konstruktion, daß beide nach einerlei Grundsätzen zu beurteilen sind, so daß wir uns auf das früher Gesagte beziehen können.

§ 9.

Hallendächer.

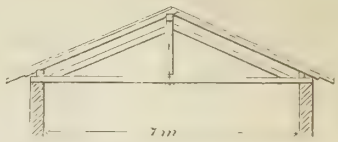
Obschon wir es hier nicht mit einer neuen Dachform, sondern auch nur wieder mit Satteldächern zu thun haben, so wollen wir doch diejenigen Satteldachkonstruktionen besonders zusammenfassen, deren Aufgabe es ist, mehr oder weniger geschlossene Räume nur zu überdachen, welche in so reicher Anzahl und so gewaltiger Ausdehnung durch den Eisenbahnbau hervorgerufen worden sind. An die Eisenbahnhallen, Güter- und Ladehallen u. s. w. schließen sich noch an die Markthallen, Turnhallen, Festhallen u. s. w.

Im III. Bande dieses Werkes ist das aus Eisen oder aus Holz und Eisen konstruirte Hallendach ausführlich behandelt, weshalb wir es auch hier besonders aufführen wollen. Während aber dort der Seitenschub der Dachkonstruktion durch eiserne Zugstangen aufgehoben ist, wird er hier durch Zug- oder Binderbalken aufgenommen, wenn man nicht Konstruktionen wählen will, wie sie in § 8 beschrieben und auf Taf. 34—37, sowie in Fig. 393 und 394 dargestellt sind.

Die hier zunächst einschlägigen Konstruktionen stützen sich auf die in § 7 beschriebenen und auf den Taf. 26 bis 31 gezeichneten, bei welchen der einfache und doppelte Hängbock zu grunde gelegt ist und von welchen sie sich durch größere Leichtigkeit unterscheiden, da sie nur den Binderbalken und nicht das vollständige Deckegebälk aufzuhängen haben. Somit sind die folgenden Konstruktionen vorwiegend Sprengwerke und nur zum kleinen Teil Hängwerke, insofern nämlich der Zugbalken oder die ihn ersetzende Zugstange gegen Einsenkung zu schützen ist.

Ein Hallendach der einfachsten Art von 7 m Lichtweite und $^1/_4$ derselben zur Höhe ist wohl in Fig. 395 dar-

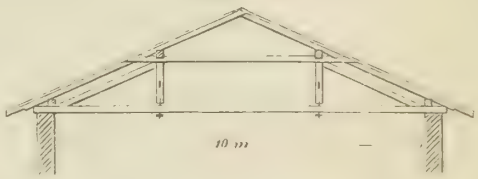
Fig. 395.



gestellt, dessen Konstruktion als einfacher Hängbock wir bereits kennen. Da die Firstpfette durch Büge, die von den Hängsäulen ausgehen, unterstützt wird, so ist eine Entfernung der Binder von 4,5 m möglich bei einer Weite der Leergespärre von 0,90 m.

Dieselbe Binderweite wegen Anordnung von Bügen nach den beiden Mittelpfetten ist bei Fig. 396 angenommen,

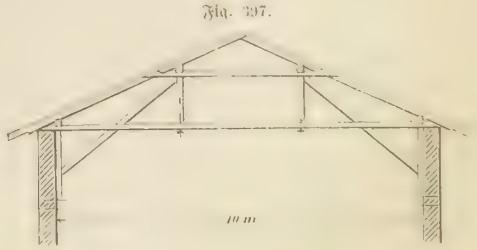
Fig. 396.



bei welcher der doppelte Hängbock mit Zange verwendet ist auf 10 m Spannweite.

Diese Aufgabe kann auch nach Fig. 397 gelöst werden, wobei die Wirkung der Sprengstreben durch steilere Stellung wesentlich vermehrt wird und außerdem der hier doppelt gedachte Zugbalken, auf dem die Sparrenschwellen liegen, noch zwei weitere Stützpunkte erhält. Die Streben setzen sich in Wandpfosten ein, die unten in steinerne Kon-

Fig. 397.



solen und oben in die Schwellen eingezapft sind. Die Spannriegel sind verdoppelt angenommen.

Auch bei dieser Konstruktion ist eine Unterstützung aller Pfetten mittels Kopfbänder angenommen, weshalb die Entfernung der Binder wie bei Fig. 396 angeordnet werden kann.

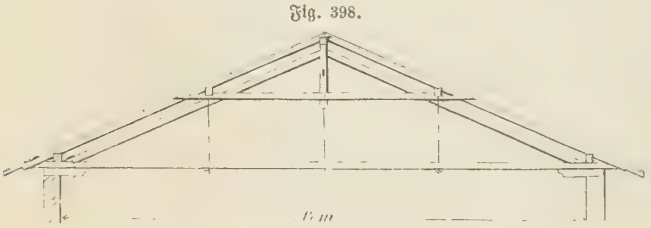
Eine dritte Lösung der gleichen Aufgabe zeigt die Dachkonstruktion einer Güterhalle, Fig. 1, Taf. 38, mit dem

Unterschiede, daß die beiden Dachflächen so weit verlängert sind, um das Verladen der Güter im Trockenen vornehmen zu können. Zu diesem Zwecke sind zwei Fußpfetten angebracht, welche auf Zangen ruhen, durch welche die Sprengstreben gehen, die mit den Bindersparren verblattet und in die Wandpfosten eingesetzt sind.

Vorstehenden Hallendächern, deren Konstruktion die des doppelten Hängbockes zu grunde gelegt ist, dürfte sich beispielsweise auch eine auf Taf. 39, Fig. 1—5, dargestellte Konstruktion anschließen, bei welcher weniger die ökonomische, als die ästhetische Seite berücksichtigt ist. Aus diesem Grunde sind durch den mittleren Aufbau die Dachflächen zerlegt, wodurch sie ein gefälligeres Ansehen erhalten; die Zugbalken und Hängsäulen nur auf die zu den Holzverbindungen nötige Länge beibehalten und der Rest mittels Eisendraht ersetzt; endlich der magere Kontur des Binders verbreitert durch Anordnung eines durchbrochenen Frieses und Verdoppelung der Streben und des Spannriegels, wodurch die Kuppelung der Pfosten bedingt wurde. Die wagrechte mittlere Decke der Halle kann nun mit einem durchgehenden Oberlichte a, Fig. 2—3, oder mit abwechselnden Oberlichtern und Vertäferungen b, Fig. 2—3, versehen sein, oder die horizontale Abdeckung unterbleibt gänzlich, wonach der Verschluß der Wandungen des Aufbaues einzurichten sein wird. Das übrige erklären die Figuren.

Das in Fig. 398 gezeichnete Hallendach mit Firstpfette und zwei Zwischenpfetten hat eine Spannweite von

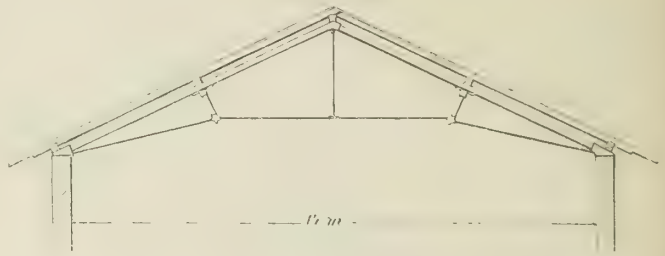
Fig. 398.



14 m. Das Dach ist ein Vierteldach und mit Schiefern gedeckt angenommen, wobei die Pfetten auf 3,5 m horizontal gemessen angeordnet werden können. Der leichteren Konstruktion wegen sind die Zugbalken mit Hängeisen aufgehängt, welche, wie auch die kurzen Hängeisen an den Hängsäulen der vorhergehenden Konstruktionen, den Vorteil haben, daß durch Anziehen der Schraubenmuttern die Zugbalken wieder in die horizontale Lage gebracht werden können, im Falle sie sich eingeschlagen haben sollten.

Noch leichter und zierlicher dürfte dieser Dachstuhl aussehen, wenn auch der Zugbalken, soweit er nicht zur Aufnahme der Sprengstreben dient, durch eine eiserne Zugstange ersetzt würde. In Bezug auf leichtes Ansehen steht aber unstreitig der Dachstuhl von Polonceau, Fig. 399, obenan, bei welchem sämtliche Konstruktionsteile unter den Streben von Eisen sind. Bei unserer Konstruktion sind die Stützen unter den Mittelpfetten noch von Holz gedacht. Da die Zugstangen zur Aufhebung des Seitenschubs eine gebrochene Linie bilden, so gewährt diese Konstruktion den Vorteil, daß die Umfassungsmauern unter Umständen etwas niedriger als bei Fig. 398 angeordnet werden können. Da-

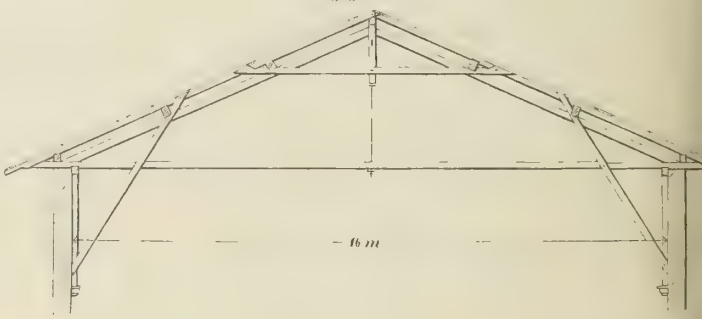
Fig. 399.



bei sind wir aber bei den Hallendächern von Holz und Eisen angelangt, welche, wie schon erwähnt, im III. Bande dieses Werkes, auf welchen wir verweisen, bearbeitet sind; insbesondere ist der Polonceau'sche Dachstuhl auf den Taf. 58 bis 60 dargestellt und in § 26, S. 99, beschrieben.

Eine Hallendachkonstruktion von 16 m Spannweite erklärt Fig. 400. Dieselbe besteht aus den Zugbalken, auf welchen sich die Streben aufrichten zur Aufnahme der

Fig. 400.



Hängsäulen, der Firstpfette und den beiden Mittelpfetten; ferner aus den Sparrenschwellen, die in die Zugbalken eingelassen sind. Wo die Streben durch die Mittelpfetten belastet werden, finden Absteifungen, beziehungsweise Unterstützungen statt; so sind die oberen Mittelpfetten durch die Hängsäule, Streben und Bindersparren umschließenden Zangen verspannt, während die unteren durch verdoppelte Sprengstreben unterstützt werden, die die Wandpfosten, Zugbalken, Streben und Bindersparren zu beiden Seiten fassen. Dadurch erhält der Zugbalken, welcher hier ebenfalls teilweise durch eine Zugstange ersetzt werden könnte, im Verein mit dem von der Hängsäule ausgehenden Hängeisen eine dreimalige Zwischenunterstützung.

Zu den Hallendächern kann auch der auf Taf. 27, Fig. 2—6, dargestellte Kirchendachstuhl gezählt werden.

Ferner sind die auf Taf. 28—31 abgebildeten Konstruktionen unter Weglassung der Deckengebälke sehr leicht zu Hallendächern herzurichten. Außerdem gehören hierher die beschriebenen Dachkonstruktionen der Taf. 34—37, sowie die Fig. 393—394.

Nach demselben Prinzip, nach welchem die auf den Taf. 34—36 abgebildeten Hallendächer konstruirt sind, ist auch der Dachstuhl zur Reitbahn in Wiesbaden, Taf. 40, Fig. 1—9, von Moller entworfen und von Görz ausgeführt worden.

Fig. 1 stellt ein Pfettendach dar von 18,40 m Spannweite. Die Hauptsparren derselben werden horizontal durch verdoppelte Kehlbalken verspannt und in schräger Richtung mittels aus doppelten Wandpfosten ausgehenden einfachen und verdoppelten Sprengstreben gestützt. Aus Fig. 2 ist die Binderweite zu entnehmen, sowie die Fig. 3—9 die in Fig. 1 mit entsprechenden Nummern bezeichneten hauptsächlichsten Verbindungen erklären, die sehr sorgfältig ausgeführt und mit Schraubenbolzen versehen sind. Obschon der Längenverband der Dachflächen wie bei jedem Pfettendache nichts zu wünschen übrig läßt, so konnten doch die bei 5 und 6, Fig. 1, angeordneten und verbolzten Riegel des Längenverbandes der Bundhölzer wegen nicht wohl umgangen werden.

Was den Horizontalschub dieser Konstruktion betrifft, so ließ ein nach Moller'scher Zeichnung angefertigtes und auf bewegliche Unterlager gestelltes Modell dessen Vorhandensein sehr deutlich wahrnehmen. Eine sichtbare Verminderung derselben trat ein, als man die punktirt dargestellte eiserne Stange A, Fig. 1, Taf. 40, anbrachte und scharf spannte.

Da ein Teil des Horizontalschubes von der Umfassungsmauer aufgenommen werden muß, so wäre eine Verstärkung derselben an Stelle der Binder und eine Verminderung der Mauerstärke zwischen denselben sehr empfehlenswert gewesen.

Sollte vorstehender Dachstuhl mit sogenannten steigenden Sparren hergestellt werden, so würde die Konstruktion nach Fig. 4, Taf. 41, umgeändert werden müssen.

Eine Hallendachkonstruktion von 18 m Weite, welche sich der vorhergehenden, insbesondere der in Fig. 4, Taf. 41, modificirten anschließt, ist auf Taf. 41, Fig. 1—3, abgebildet und unterscheidet sich besonders dadurch, daß die Füße der Hauptsparren nach der Linie der „Schwerter" in zwei sich kreuzenden liegenden Stuhlsäulen sich einsetzen und mit ihnen und den zur Verstärkung dienenden Unterlaghölzern verkeilt und verbolzt sind. Auf diese Weise sind die schiebenden und die dem Schub entgegenwirkenden Konstruktionsteile fest miteinander verbunden und von doppelten Wandpfosten umschlossen und getragen. Da die liegenden Stuhlsäulen, „Schwerter", am Sparrenfuß angebracht, am wirksamsten sind, so dürfte hier dem Seitenschub mindestens so gut begegnet sein, als dies bei vorhergehender Konstruktion der Fall ist. Fig. 2 zeigt den Längenschnitt, aus welchem ein unverschieblicher Längenverband zwischen der Firstpfette und dem darunter liegenden, die Schwerter der Binder verspannenden Riegel ersichtlich ist.

Schließlich folgen auf den Taf. 42—43 Dachkonstruktionen von Turnhallen, welche der Verfasser in Karlsruhe entworfen und ausgeführt hat, bei welchen der Bohlenbogen in der Form des Kreissegments und der Korblinie als Konstruktionsteil der Binder in Anwendung kam.

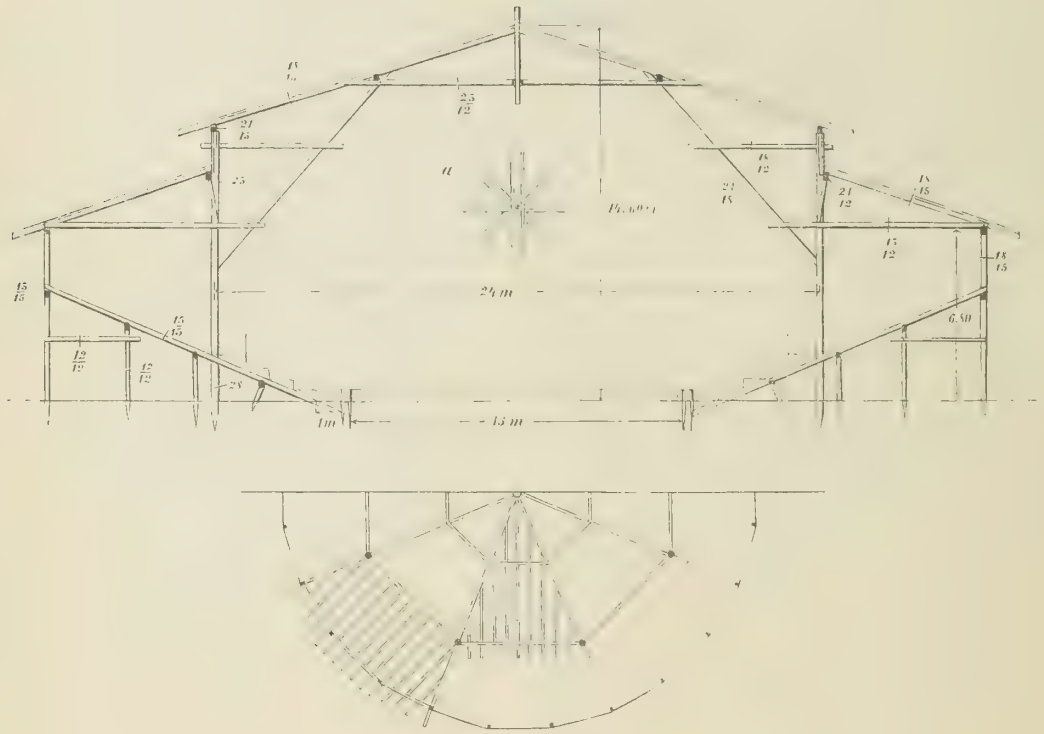
Taf. 42, Fig. 1—5, zeigt den Dachstuhl der Halle der Turnlehrerbildungsanstalt; dieselbe hat 18 m Breite, 45 m Länge und bis zur First 12 m Höhe. Zur Konstruktion der 5 m voneinander entfernten Dachbinder wurde der Bohlenbogen vom Profil Fig. 5 gewählt und dieser mit einem Strebenpaare durch verdoppelte zangenartige Hängsäulen verbunden und verspannt. Die äußeren, schwächeren Bohlen sind innerhalb der Hängsäulen, die innere stärkere Bohle dagegen ist in der Mitte zwischen denselben gestoßen, wodurch die Stoßfugen der Bohlen verdeckt und gegen Ausbiegung gesichert sind. An jeder Stoßfuge sind nach Fig. 1 und 5 vier Schraubenbolzen mit eingelassenen Muttern und Köpfen angebracht, während die Längefugen mit profilirter Leiste, Fig. 5, abgedeckt sind. Der Horizontalschub wird durch eine Zugstange aufgehoben, welche in der Mitte geteilt, mit einem Schraubenschloß versehen und daselbst aufgehängt ist, Fig. 1 und 4. Dieselbe ist durch die Zangen hindurch gesteckt, auf denen die Strebenfüße aufsitzen, die mit jenen durch eiserne Schuhe und Schraubenbolzen verbunden sind, Fig. 3. Hinter diesen werden in die mit Schraubengewinden versehenen Zugstangenenden die Schraubenmuttern eingesetzt und angezogen. Das Dach ist mit Asphaltpappe und darauf mit Schiefer gedeckt. Die Dachhöhe beträgt $^1/_4$ der Weite. Das Gebäude hat einen Balkenkeller, und der Fußboden besteht aus zwei Lagen tannener Schlaufdielen von je 32 mm Dicke.

Die städtische Turnhalle, Taf. 43, Fig. 1—5, für die Schüler des Realgymnasiums und der höheren Bürgerschule bestimmt, hat 15 m Weite und 27 m Länge, ohne Vorhalle an der vorderen und Nische an der hinteren Giebelseite. Auf das in der Höhe a b, Fig. 1 und 2, durch die ganze Halle ziehende Kopfgesims sollten auch die Bohlenbögen der Dachbinder aufgesetzt werden, und da sich hierzu die Stichbogenform nicht gut eignete, so wurde die Korblinie gewählt. Nun mußte aber von der Anordnung einer Zugstange Umgang genommen werden, indem sie in eine Lage gekommen wäre, in welcher sie die Höhe zwischen Fußboden und Bogenscheitel nahezu halbirt hätte, was nichts weniger als schön gewesen wäre.

Obschon die unter den Mittelpfetten angebrachte Zange

einen wesentlichen Teil des Seitenschubs aufhebt, Streben und Bohlenbogen sorgfältig durch zangenartige Hängsäulen miteinander verbunden sind, so fand man es doch für nötig, den noch sich ergebenden Seitenschub durch die Stabilität der Mauerpfeiler in einer Weise aufzuheben, daß diesen für die Dauer nicht der geringste Schaden zugefügt werde. Dies geschieht dadurch, daß gegossene ⊥Schienen, Fig. 3—5, mittels je eines oben aufgesetzten und angeschraubten Schuhes die Strebenfüße, und vermöge der am unteren Ende angegossenen Schuhe die Füße der Bohlenbögen aufnehmen. Durch diese Verbindung wird die Strebe die Schiene zu drehen, der Bohlenbogen hingegen sie zu verschieben suchen. Da diese Pressungen dem von der Schiene berührten oberen Pfeilerende nicht zugemutet werden konnten, so wurde der Schienenfuß mit einer Stelle des Pfeilers w, Fig. 4, verbunden, welche nur noch 1,4 m Abstand vom Hallenboden hat. Der Strebenschuh d, Fig. 3 und 4, ist mit der Sparrenschwelle b, auf welcher die Sparren aufgesattelt sind, mit zwei Schraubenbolzen verbunden. Schuh und ⊥Schiene t sind sechsfach verbolzt; ebenso oft ist letztere mit dem verdoppelten Wandpfosten c, Fig. 3—5, verbunden, welcher sich mit dem Bohlenbogen in einen gemeinsamen Schuh d' einsetzt. Die Verbindung des Wandpfostens mit dem Bohlenbogen ist aus Fig. 3—4 ersichtlich. Letzterer besteht aus 3 Bohlen von zusammen 15 cm Dicke und 30 cm Breite, wovon die mittlere Bohle 6 cm stark ist. Der Schuh d', in welchem die ⊥ Schiene unten endet, hat auf einem weit in die Mauer einbindenden steinernen Konsol ein solides Auflager; um denselben nicht durchbohren zu müssen, verbinden zwei Schraubenbolzen s von je 1 m Länge den Schuh mit der bis w reichenden Hauptzugstange, die 2,30 m Länge hat. Damit diese den Pfeiler möglichst vollständig fasse, ist sie mit einer Gußplatte befestigt, auf welcher zwei Eisenbahnschienen von je

Fig. 401.



1,5 m Länge aufgelegt sind. Das Dach hat eine Höhe von $^1/_4$—$^1/_5$ der Breite der Halle und ist mit Schiefer auf Asphaltpappe gedeckt. In den luftigen Balkenkeller können mittels Fallthüren die meisten Geräte gebracht werden. Der Boden besteht aus 2 Lagen Schlaufdielen.

Schließlich sei noch erwähnt, daß diejenigen Hallendächer, welche nur auf kurze Zeitdauer verwendet werden sollen, um vieles leichter und einfacher konstruirt werden, wie die bisher betrachteten. Ein Beispiel hierüber ist in Fig. 401 dargestellt, welche einen Dachbinder nebst halbem Grundriß des Daches von dem seit zwei Jahren in Karlsruhe bestehenden Circus Corty angehört.

Das erhöhte Mitteldach erhebt sich über einem Achteck von 24 m Durchmesser, welches von einem Polygon von 24 Seiten und von 37,4 m Durchmesser umgeben ist. Das Aufschlagen dieses temporären Bauwerkes beginnt mit der

Aufstellung eines runden Mittelpfostens von 28 cm unterem und 25 cm oberem Durchmesser, welcher in senkrechte Lage gebracht und im Boden befestigt wird. Dieser Pfosten wird nach dem Aufschlagen der Konstruktion wieder entfernt; d. h. er wird in einer Höhe von ca. 11,5 m abgeschnitten, so daß nur der in unserer Zeichnung als Hängsäule erscheinende Teil übrig bleibt. Hierauf werden die acht Eckpfosten des Oktogons aufgestellt und mit dem Pfettenkranz abgedeckt. Dieser nimmt zunächst die Gratsparren auf, welche am Mittelpfosten — beziehungsweise der Hängsäule — enden und durch eine polygonale Mittelpfette getragen werden, die selbst wieder durch vier, die gegenüberliegenden Gratsparren fassenden Zangen und acht Sprengstreben gestützt wird. Von diesen Zangen geht, wie der Grundriß a zeigt, nur eine durch, welche mit dem Mittelpfosten verbolzt ist, während die anderen mit jener durch eiserne Bänder zusammengefaßt sind.

Nachdem die 24 Pfosten des äußeren Polygons aufgerichtet und mit dem Pfettenkranze abgedeckt und verbunden sind, wird der die Mittelpfosten umschließende Pfettenkranz auf die mit diesen Pfosten verbolzten und etwas eingelassenen Knaggen aufgelegt und mit den Pfosten ebenfalls verbolzt. Beide übereinanderliegenden und für die Sparren des mittleren und des Seitendaches dienenden Pfettenkränze liegen von Pfosten zu Pfosten ca. 5 m frei und sind deshalb noch durch Kopfbänder unterstützt. Die Mittelpfosten, sowie die Eckpfosten des äußeren Polygons, welche in gleichen Radien liegen, werden nun durch Zangen verbunden und verbolzt, welche nebst den darüber liegenden kürzeren Zangen auch die Sprengstreben absteifen.

Damit ist das Dachgerüst soweit hergestellt, daß die Sparren, Schalbretter und Asphaltpappe aufgebracht werden können. Die äußeren Wandungen sind mit Brettern verschalt. Die wesentlichen Maße sind in der Fig. 401 angegeben. Die Konstruktion ist mit geringen Mitteln ausgeführt und bietet für den Zweck, den sie zu erfüllen hat, hinreichende Solidität.

§ 10.

Kirchendächer.

Diese sind ihrer Eigentümlichkeit wegen ebenfalls wie die im vorhergehenden Paragraph erwähnten Hallendächer zu einer besonderen Gruppe von Satteldächern hier zusammengestellt. Der Neigungswinkel dieser Dächer ist sehr verschieden und abhängig vom Baustil und Deckmaterial. Wegen der meist freien, dem Winde sehr exponirten Lage ist auf einen ganz besonders guten Quer- und Längenverband, sowie auf die Unmöglichkeit der Verschiebung der Dachflächen bei Herstellung der Konstruktion Rücksicht zu nehmen. Je nach der Deckebildung der Kirche können Binderbalken angeordnet werden oder nicht. Was über die Häng- und Sprengwerke gesagt wurde, gilt auch hier. Bei einschiffigen Kirchen werden die Satteldächer von den Umfassungsmauern, bei mehrschiffigen — Hallenkirchen — auch noch von Zwischenstützen getragen. Wird das Mittelschiff überhöht, so zerfällt das Dach in ein Satteldach und zwei Pultdächer, welche wir später kennen lernen werden. Die Kirchen werden entweder mit Stein- oder Holzdecken versehen. Im ersten Falle ist die Dachkonstruktion unabhängig, im zweiten abhängig von der Deckebildung. Beispiele für den ersten Fall zeigen die Taf. 44—46, für den zweiten die Taf. 47—49.

Im Mittelalter wurde jedes Gespärr etwa nach Fig. 260 abgebunden und der Längenverband durch Windrispen, Dachlatten oder Schalbretter hergestellt, während auf unseren Zeichnungen die Sparren auf Pfetten ruhen, die einen tüchtigen Längenverband abgeben.

Insbesondere sollte bei Kirchendächern die Firstpfette niemals fehlen, und zwar nicht allein wegen bequemer Anordnung des Blitzableiters, sondern auch wegen der Erhaltung einer exakten Firstlinie.

Für kleine, im gotischen Stil zu erbauende Kirchen zeigt Taf. 44, Fig. 1—2, eine Dachkonstruktion, welche bei der Weißgärberkirche bei Wien ausgeführt ist. Diese einfache und solide Konstruktion bietet jedoch wenig Neues, da sie im wesentlichen schon in Fig. 3, Taf. 26, nur in anderen Maßen und Verhältnissen dargestellt ist. Eine Zugabe zeigt übrigens Fig. 1—2, Taf. 44, in der Anordnung zweier, von der Hängsäule ausgehender und senkrecht auf die Dachflächen gerichteter Strebebänder zum Zweck der Aufnahme der zur Unterstützung der Mittelpfetten dienenden Kopfbänder, wodurch es möglich wurde, den Bindern 5 m Entfernung zu geben. Die Binderbalken sind zugleich Streckbalken, indem sie zur Verankerung der Umfassungsmauern benutzt wurden. Das übrige erklären die Figuren.

Ein weiteres Beispiel eines Kirchendaches von bescheidenen Dimensionen, und zwar von der Elisabetkirche in Wilhelmshafen, ist in Fig. 3—4, Taf. 44, dargestellt. Hier endigt die verdoppelte Hängsäule unter der Zange, da sie nicht den doppelten Binderbalken zu tragen hat, dessen Mitte durch die Quergurtbögen unterstützt wird, Fig. 4. Die Mittelpfetten erhalten mittels der Zangen und der von ihnen und den doppelten Binderbalken umschlossenen Strebebänder, welche sich unten in steinerne Konsolen einsetzen, eine sichere Lage. Dasselbe gilt für die Firstpfette, indem die doppelten Hängsäulen, auf denen sie aufgezapft ist, mittels zweier sie durchdringenden Strebebänder, welche mit den Bindersparren verblattet sind, sehr sicher abgesteift werden. Der Längsverband, welcher an der Firstpfette durch Kopfbänder erzielt ist, sollte auch an den Mittel-

pfetten nicht fehlen, da die Entfernung der Binder sehr bedeutend ist.

Auf Taf. 45—46 sind Dachstühle über dreischiffigen überwölbten Kirchen abgebildet, und zwar auf Taf. 45, Fig. 1—2, zur Elisabetkirche in Basel und auf Taf. 46, Fig. 1—2, zur Kirche in Brünn vom Oberbaurat Ferstl.

Das Dach Fig. 1—2, Taf. 45, ist ein außerordentlich solid konstruirtes und mit Kupferblech gedecktes Winkeldach, dessen Sparren durch Fußpfette, zwei Mittelpfetten und Firstpfette unterstützt sind. Der Dachbinder besteht aus dem einfachen Hängbocke mit zwei Horizontalverspannungen unter den Mittelpfetten, durch doppelte Kehlbalken oder Zangen, welche die Bindersparren, Streben und Hängsäulen fassen, mit denen sie verbolzt sind. Um den Druck des Daches zu verteilen, sind über den Längsgurtbögen und Pfeilern Pfosten aufgerichtet, die in die Streben versatzt und in die Binderbalken eingezapft und außerdem durch ein Winkelband sicher gestellt sind. Denselben Zweck hat das innere Strebenpaar zu erfüllen, welches überdies der unteren Zange zwischen Pfosten und Hängsäule einen weiteren Stützpunkt gewährt.

Die Kopfbänder sind nicht der Unterstützung der Pfetten, sondern nur des Längsverbandes wegen angebracht, indem die Binder sehr nahe, und zwar bloß auf 3,7 m entfernt angelegt sind, somit das Bedürfnis einer weiteren Unterstützung der Pfetten in Wegfall kommt.

Die in der Höhe der Mittelpfetten gelegenen doppelten Rahmhölzer, welche zur Längsverspannung der Hängsäulen und Zangen wesentlich beitragen, dürften in der Stärke etwas schwächer gehalten sein. Zur zeitweisen Revision des Daches dient der in der Mitte auf zwei Balken befestigte Dielenboden. Hierbei sei noch bemerkt, daß, je dichter die Eindeckung des Daches hergestellt wird, desto mehr man auf eine Durchlüftung des Speicherraumes bedacht sein muß, wenn das Holzwerk möglichst lange erhalten werden soll.

Der Dachstuhl der von Oberbaurat von Ferstl erbauten Kirche in Brünn ist auf Taf. 46, Fig. 1—2, dargestellt. Von den 15,5 m langen, auf Firstpfette und Mittelpfetten ruhenden Sparren sind die Bindersparren mit dem Fußende in Binderbalken, die Leersparren dagegen in Stichbalken eingesetzt. Die unteren Mittelpfetten werden durch Stuhlsäulen sicher unterstützt, deren Druck von den Pfeilern und Längsgurtbögen der dreischiffigen gewölbten Kirche aufgenommen wird. Dagegen setzen sich die Stuhlsäulen der oberen Mittelpfetten in Rahmhölzer ein, welche in die Spannriegel der unteren Mittelpfetten eingelassen sind. Um nun den Spannriegel gegen Einbiegung zu sichern, ist er durch doppelte Hängestreben und einfache Strebebänder unterstützt, welche letztere von den Hängsäulen ausgehen und mit den Hängestreben, beziehungsweise Dachflächen parallel laufen. Während durch vielfältige Dreiecksbildungen der Dachkonstruktion ein solider Querverband verliehen wurde, ist auch für einen tüchtigen Längsverband Sorge getragen durch Anordnung von Kopfbändern unter der Firstpfette und den unteren Mittelpfetten, sowie der Andreaskreuze zwischen den oberen Mittelpfetten und den darunter befindlichen Rahmhölzern. Vermöge dieser Zwischenunterstützung der Pfetten konnten die Dachbinder auf 5,60 m Entfernung voneinander angebracht werden. Die Dachhöhe liegt in der Mitte zwischen dem altfranzösischen und Winkeldach, wodurch die Sparren eine derart steile Neigung erhielten, daß man sie auf 4,5—5,5 m Entfernung freilegen konnte.

Gehen wir nun zu den Kirchendächern über, bei welchen die hölzerne Decke im engsten Zusammenhang mit der Dachkonstruktion steht. Die einfachste Bildung einer solchen Decke, wie sie meistens bei Dorfkirchen vorkommt, besteht in der Anlage eines Dachgebälkes mit Schalung oder Putz. Derartige Konstruktionen einer gewöhnlichen Decke sind auf Taf. 26, Fig. 1—3, und Taf. 27, Fig. 1, dargestellt. Ein weiterer Schritt in der Deckebildung besteht darin, daß die Felder des gehobelten Gebälkes mit Dielen oder gestemmter Arbeit ausgelegt werden, oder daß die Decke als vollständige Kassettendecke ausgeführt wird.

Soll der Kirchenraum an Höhe gewinnen bei möglichst niedrig gehaltenen Umfassungsmauern, so geschieht dies auf Kosten des ohnehin wertlosen Speicherraumes durch Anordnung sogenannter gebrochenen oder zusammengesetzten Decken, Taf. 47—50. Mit Hilfe dieser Holzdecken, die in mancherlei Weise angeordnet werden können und je nach ihrer Form auch akustische Vorteile gewähren, ist es dem Architekten möglich, auch mit bescheidenen Mitteln dem Kirchenraume eine befriedigende Gestaltung zu geben, welche durch eine nüchterne horizontale Putz- oder Schaldecke nicht erreicht wird.

Eine einfache Konstruktion einer ansteigenden Decke von 11 m Spannweite haben wir auf Taf. 47, Fig. 1—4, entworfen; dieselbe besteht darin, daß sich über den Binderbalken die Hauptsparren zur Aufnahme der Deckebalken erheben. Der oberste Deckebalken wird durch die Hängsäulen unterbrochen, in welche die Enden der einzelnen Stücke versatzt, verklammert und außerdem durch Kopfbänder unterstützt werden, Fig. 2. Die Balkenfelder sind an den Hauptsparren mittels vortretender Querriegel abgegrenzt, Fig. 4, und entweder durch Bretter mit Deckleisten an den Fugen oder mit Täfelwerk abgedeckt. Beide Bildungsarten sind in Fig. 3 dargestellt.

Das Dach ist ein Winkeldach, und von dem einfachen Hängbocke, aus welchem die Binder hauptsächlich bestehen, sind zur Deckebildung direkt nur die Binderbalken und Hängsäule durch Aufnahme der die Balken tragenden Hauptsparren und indirekt die Streben beansprucht.

Eine reichere Deckebildung zeigt der Entwurf zu einer dreischiffigen evangelischen Kirche von Soller, Taf. 48, Fig. 1—2, welche nebst den Zeichnungen auf den Taf. 49 bis 50 den von der Königl. Preuß. Oberbaudeputation veröffentlichten Entwürfen zu Kirchen-, Pfarr- und Schulhäusern entnommen sind.

Die aus sichtbaren oblongen Balkenfeldern gebildete horizontale Decke ist über dem Mittelschiff erhöht, woselbst die verlängerten Unterzüge die untersten Mittelpfetten, sowie die Hauptsparren des Pfettendaches und die Streben des doppelten Häng- und Sprengwerkes aufnehmen. Der Dachstuhl selbst dürfte mit geringerem Aufwand an Material konstruirt sein, indem anstatt der beiden oberen Mittelpfetten eine genügend wäre, die teils auf dem Hauptsparren, teils auf der Zange gelagert werden könnte, welche die Stelle des Spannriegels einzunehmen hätte und bis unter die Dachschalung reichen müßte. Außerdem dürften die Binder in größeren Entfernungen angelegt sein.

Während wir es hier mit einer Decke einer dreischiffigen Kirche zu thun haben, ist auf Taf. 49—50 die Dreiteilung des Raumes durch die Deckekonstruktion blos angedeutet, durch Anordnung zweier Seitenfelder und eines überhöhten Mittelfeldes. Letzteres kann, wie die Seitenfelder, horizontal, Taf. 50, oder dachförmig, nach der Mitte zu ansteigend, Taf. 49, angenommen werden. Diesen Annahmen der Deckeform hat die Dachkonstruktion Rechnung zu tragen. Dies geschieht bei der Decke der katholischen Kirche in Sabartowa von Busse, Taf. 49, Fig. 1—2, durch Anbringung zweier Schwertstreben an den Dachbindern, deren Aufgabe es ist, nicht allein die dachförmige Mitteldecke zu tragen, sondern auch den Seitenschub aufzunehmen, welcher durch die beiden Hauptsparren verursacht wird, indem die hier wünschenswerte Zugstange, welche in Fig. 1, Taf. 50, angenommen ist, fehlt. Das übrige erklären die Zeichnungen. Beide Dächer der Taf. 49 und 50 sind Winkeldächer.

Der Kirchendachstuhl Fig. 1—2, Taf. 50, gehört zum Entwurf einer protestantischen Kirche nach Zingst von Soller, bei welchem, wie bereits erwähnt wurde, der Seitenschub, den die Hauptsparren, sowie die Streben des doppelten Häng- und Sprengwerkes ausüben, aufgehoben ist. Was im übrigen die Dachkonstruktion über der gefälligen Deckenanordnung betrifft, dürfte die die Hängsäulen und Hauptsparren umschließende Zange auch die Bindersparren fassen, in welchem Falle die untere Mittelpfette eine höhere, oder die Zange selbst eine tiefere Lage einnehmen müßte.

Zu den zusammengesetzten Decken gehört auch die auf Taf. 15 teilweise im Quer- und Längenschnitt dargestellte Decke aus der Kirche in Bensheim an der Bergstraße von Moller, deren Seitenschiffe ebene Putzflächen zeigen, während Mittelschiff und Chornische mit Bohlenkonstruktionen überdeckt sind, deren formale Ausbildung dem kassettirten Tonnen- und Nischengewölbe entlehnt ist.

Die Konstruktion der Bohlenbögen, ihre Abmessungen, Entfernung von einander und Anordnung zu beiden Seiten der Binder u. s. f. ist aus den Zeichnungen leicht zu entnehmen. Ebenso bedarf das Pfettendach wohl keiner weiteren Erklärung.

Nachdem wir nun erstens einfache horizontale und zweitens zusammengesetzte hölzerne Kirchendecken im Verband mit den darüber befindlichen Dachkonstruktionen in Betracht gezogen haben, bleiben uns drittens nur noch solche Beispiele zu erwähnen übrig, bei welchen eine besondere Decke unter dem Dache fehlt und der von unten sichtbare Dachstuhl — wie bei den Hallendächern — zugleich auch Decke ist.

Hierher gehören zunächst die Dächer der Basiliken, welche meistens Pfettendächer sind, deren Binder aus dem einfachen, doppelten oder dem bereits besprochenen zusammengesetzten Hängbock, Taf. 27, Fig. 2—3, bestehen. Neues in konstruktiver Beziehung haben wir hier nicht zu verzeichnen, hingegen sind in Fig. 4—6 einige charakteristische Details des Dachbinders von der Basilika St. Miniato bei Florenz dargestellt. Zur Verstärkung des Binderbalkens in der Mitte sind Unterlaghölzer und an den Enden Konsolen angebracht. Dieser Anordnung entspricht auch die Unterstützung der Hauptsparren mittels der von der Hängsäule ausgehenden Strebebänder, sowie die der Pfetten, deren Druck durch Konsolen, Fig. 6, auf die Hauptsparren übertragen wird. Was die Decke selbst betrifft, so besteht dieselbe aus Pfetten, welche zwischen den Bindern abgeschlossene oblonge Rahmen bilden, die ein leichtes Gespärr aufnehmen von 0,45 m Legweite, welches die Schalung trägt, Fig. 6. Dieses Gespärr bildet mit den betreffenden Querriegeln zu beiden Seiten der Pfetten längliche Kassetten, welche mit den darunter liegenden oblongen Pfettenfeldern die dachförmige Decke bilden.

In ähnlicher Weise hat Stüler die Decke der nur 10 m breiten Friedenskirche in Sanssouci, Taf. 48, Fig. 3—4, konstruirt, nur mit dem Unterschiede, daß aus ästhetischen Rücksichten zwei durch Pfetten getrennte Hauptsparren von verschiedener Stärke angeordnet sind, von welchen die schwächeren die reich dekorirte Kassettendecke tragen. Um nun diese gegen Witterungseinflüsse zu schützen, ist darüber ein Hohlraum von der Höhe der Dachsparren geschaffen, welche über der Kassettendecke aufgebracht sind und die Dachschalung aufnehmen.

Schließlich haben wir auf Taf. 52 den Querdurchschnitt und teilweisen Längendurchschnitt Fig. 1—2 nebst Details Fig. 3—4 des Gürzenich-Saales in Köln von

Raschdorff aufgenommen.*) Der Saal hat 53 m Länge und 22,2 m Breite und ist mit Galerien versehen. Derselbe ist durch zwei Reihen Pfosten nach Profil Fig. 4 von 5,3 m Entfernung — der Entfernung der Dachbinder — voneinander in drei Schiffe zerlegt, von welchen die Decke des mittleren sich entschieden über die der Seitenschiffe erhebt. Diese Pfosten nehmen den größten Teil der Dach- und Deckebelastung auf, wie aus Fig. 1 zu ersehen ist. Das übrige der sehr klaren Dach- und Deckekonstruktion ist aus den Zeichnungen zu ersehen.

Da wir die Walmdächer erst später kennen lernen werden, so sind die bisher behandelten Satteldächer als solche anzusehen, welche an den Enden durch vertikale Giebelwände geschlossen sind. Über die Verbindung dieser Giebelwände mit den Dachgerüsten haben wir noch folgendes mitzuteilen:

Ist der Dachgiebel eine Holzwand, so wird er durch ein Sparrenpaar begrenzt, welches durch die Wand selbst hinlängliche Unterstützung findet und gewissermaßen die Pfette für diese bildet. Ist der Giebel von Mauerwerk konstruirt und reicht er über die Dachflächen hinaus, so liegt ein Sparrenpaar zunächst an der Giebelmauer, und dieses wird gewöhnlich als Bindergespärr konstruirt, besonders dann, wenn der Dachgiebel eine geringe Mauerstärke hat.

Die Anordnung eines Giebelbinders ist aber schon der Feuersicherheit wegen zu empfehlen, indem man nicht benötigt ist, die Pfetten in die Giebelmauer einbinden zu lassen, im Falle diese zugleich Scheidemauer ist. Eine Verankerung der Dachpfetten mit dieser Mauer kann dessenungeachtet stattfinden. Soll das Dach um ein oder mehrere Gebinde über den Giebel hinausreichen, so reichen auch die für diese Gebinde immer nötigen Pfetten über die Giebelwand hinaus und werden häufig noch durch Kopfbüge oder Konsolen von letzterer aus unterstützt.

Bei steilen Dächern wird es immer ratsam sein, diese überhängenden Gebinde mit Kehlbalken zu versehen, die aber, obgleich sie immer über den Pfetten liegen, doch mit den Sparren zangenartig zu verbinden sind. Das Nähere hierüber wird bei den Gesimsen besprochen werden.

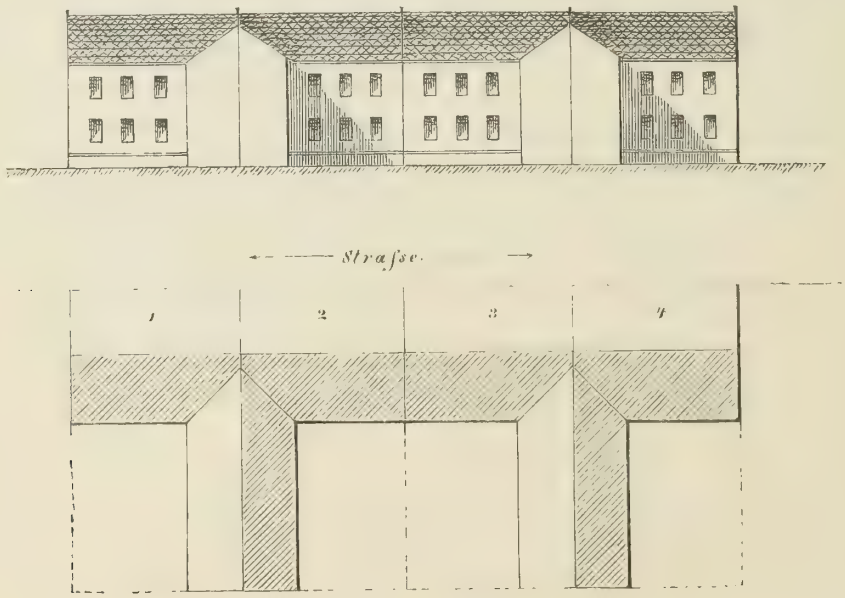
§ 11.

Pultdächer.

Die Pultdächer sind halbe Satteldächer, deren Konstruktionen mit wenigen Abänderungen auf jene übertragen werden können. Dieselben finden bei Bauten längs der Nachbargrenze, nach welcher bekanntlich das Traufwasser nicht geleitet werden darf, ihre Verwendung.

Diese Seitenbauten oder Anbauten, welche in Städten durch den immer mehr sich steigernden Wert der Bauplätze entstanden sind, sind nach Fig. 402 derart anzulegen, daß

Fig. 402.



je zwei derselben, wie 1 und 2 oder 3 und 4, Fig. 402, ein durch die Brandmauer geteiltes Satteldach bilden, wodurch den Seitengebäuden am meisten Licht und Luft zugeführt wird, indem die Hofräume der Häuser 2 und 3 u. s. w. nur mit einer niedrigen Scheidemauer versehen werden. Diese Vorteile sind dieselben, im Falle die Gebäude in verschiedener Höhe aufgeführt werden sollten.

*) Aus der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 12. Der aus Versehen nicht ganz richtig gezeichnete Maßstab der Fig. 1—2 ist nach der lichten Tiefe des Saales = 22,2 m neu einzuteilen.

Die Anlage der Seitengebäude, wie sie Fig. 402 zeigt, ist auch in konstruktiver Beziehung von Vorteil, da nicht allein eine Scheidemauer erspart wird, sondern auch der Schub, welchen die Pultdächer auf die Pultwand ausüben, bei symmetrischer Anordnung aufgehoben, beziehungsweise in einen senkrechten Druck verwandelt werden kann. Da aber eine solche doppelte Pultdachanlage nicht immer vorhanden ist, so nehmen wir bei den folgenden Konstruktionen nur ein einfaches Pultdach an, und zwar ohne Kniewand und mit einer solchen; ferner mit unterstützter Balkenlage und solcher, welche am Dachstuhl angehängt werden muß. Die Pultwand kann eine Riegelwand, Fig. 403, 404, 406, oder eine massive Mauer, Fig. 405, 407–409, sein.

Das einfachste Pultdach ist in Fig. 403 dargestellt, wobei die Firstpfette zugleich Wandpfette ist. Der Sparrenfuß ist mit dem Deckebalken und die Sparrenspitze mit der Firstpfette fest verbunden; außerdem findet ein Dreiecksverband zwischen Sparren und Pultwand durch Winkelbänder statt.

Fig. 403.

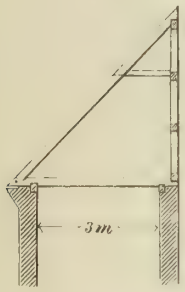
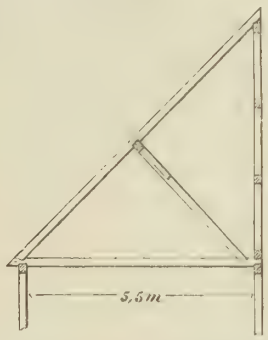


Fig. 404.



Haben die Sparren eine Mittelpfette, Fig. 404, zur weiteren Unterstützung nötig, so wird diese am wirksamsten durch senkrecht auf der Dachfläche stehende Streben mit Kopfbügen unterstützt, unter der Voraussetzung, daß die Sparren oben und unten gut befestigt sind.

Der Längsverband wird beim einfachen Sparrendache durch Sturm- oder Schwebelatten und bei dem Pfettendache durch Kopfbüge, die von den Pfosten nach den Pfetten gehen, hergestellt. Sollen die Sparren durch Kehlbalken unterstützt werden, so werden diese nach Fig. 405 gewöhnlich durch eine Stuhlwand gestützt, deren Pfosten eine schräge Stellung bekommen, um die Balken nicht in der Mitte zu belasten und die Pultwand gegen den Sparrenschub zu sichern. Das hintere Ende der Kehlbalken findet in der Pultwand sein Auflager, entweder auf einer Pfette oder Mauerlatte, oder auch wohl nur auf einem Wandriegel, je nach der Konstruktion der Wand selbst. Hier in Fig. 405 findet eine Verkämmung der Kehlbalken zwischen Rahmholz und Saumschwelle statt. Der Längeverband ist durch Kopfbänder hergestellt.

Soll der Speicherraum des Pultdaches, wie in Fig. 406, durch ein Kehlgebälk in einen unteren und oberen Speicher zerlegt werden und bedürfen die Sparren des letzteren noch einer Zwischenunterstützung, so können die Konstruktionen

Fig. 405.

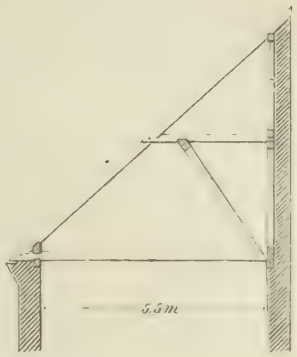


Fig. 406.

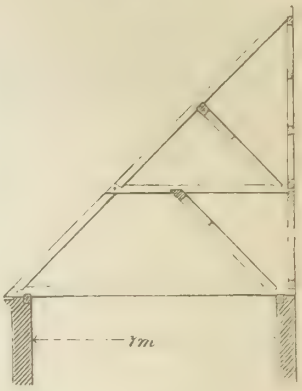
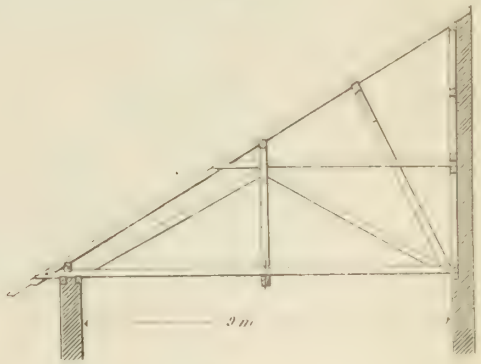


Fig. 404 und 405 kombinirt, beziehungsweise das Pfettendach mit dem Kehlbalkendach verbunden werden.

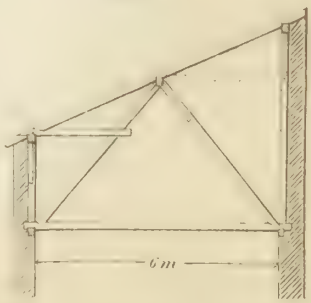
Ist das Deckegebälk teilweise mittels der Dachkonstruktion zu tragen, so entsteht, was wir bei den Satteldächern

Fig. 407.



kennen lernten, das Häng- und Sprengwerk Fig. 407. Hier ist die Aufgabe mit dem einfachen Hängbock gelöst, wobei die doppelte Kehlbalkenzange Bindersparren, Hängsäule, schräge Stuhlsäule der oberen Mittelpfette und die Pultwand fest miteinander verbindet und durch Bildung fester Dreiecke die ganze Konstruktion unverschiebbar macht.

Fig. 408.



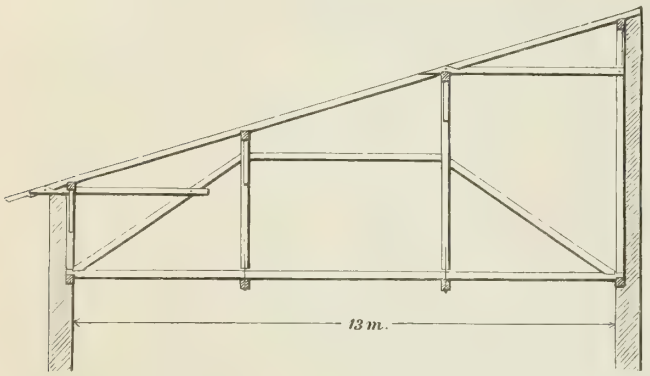
Zwei Beispiele von Pultdächern mit Kniewänden stellen die Fig. 408—409 dar. Bei Fig. 408 ist die Mittelpfette durch den sogenannten

Bock abgesprengt, während die beiden anderen Pfetten durch Pfosten unterstützt sind, deren vertikale Lage durch Zangen gesichert wird. Im Falle der Pultwandpfosten durch Anker mit der Mauer verbunden werden sollte, könnte die punktiert angedeutete Zange in Wegfall kommen.

Der Längeverband ist durch Kopfbänder unter den Pfetten erreicht.

Schließlich zeigt Fig. 409 eine wohl nicht sehr häufig vorkommende Pultdachkonstruktion von 13 m Spannweite,

Fig. 409.



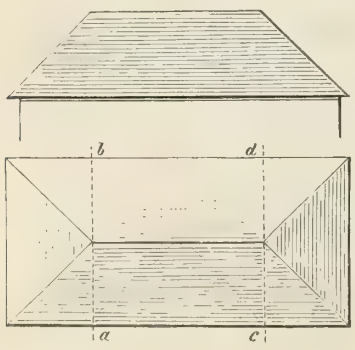
bei welcher zur Absprengung der doppelte Hängbock verwendet ist. Kniewand- und Pultwandpfosten sind wieder durch Zangen festgestellt.

§ 12.

Walmdächer.

Die Form des Walmdaches ist auf Seite 74 erklärt, und auf Seite 115 wurde auch schon bei der Beschreibung des gewöhnlichen Wohnhausdachstuhles ein kleiner Übergriff in das Gebiet der Walmdächer gemacht. In Fig. 410 ist

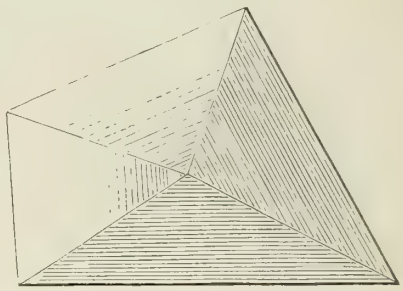
Fig. 410.



ein Walmdach über rechteckigem Raume im Grundriß und Aufriß dargestellt. Da man aus technischen und ästhetischen Gründen den Dachflächen gleiche Neigung giebt, so hat man nur die vier rechten Winkel der Grundfigur mittels der Gratlinien zu halbieren, um die Endpunkte der Firstlinie oder die Anfallspunkte zu bestimmen.

Beim Quadrat bilden die Diagonalen derselben die Gratlinien, während beim unregelmäßigen Viereck, Fig. 411, der Schwerpunkt gesucht wird, in welchem sich die Gratlinien vereinigen, wodurch aber verschiedene Neigungswinkel der Dachflächen entstehen. Sind die gegenüber liegenden Hauptfronten des Gebäudes nicht parallel, dann entstehen windschiefe Dachflächen, die wir später kennen lernen werden.

Fig. 411.



Sollen die seither besprochenen Dächer als Walmdächer konstruirt werden, so sind, wenn die Sparren mit den Balken in unmittelbarer Verbindung stehen, für die Walmseiten Stichgebälke, die wir auf Seite 55 kennen lernten, nötig, deren Balken senkrecht auf die Walmseite gerichtet sein müssen.

Ist der Anfallspunkt des Walmens bestimmt, so ist auch das Anfallsgebinde bestimmt, welches sich dicht an den Anfallspunkt anlegt. Es ist wünschenswert, aber nicht absolut nötig, daß dieses Anfallsgebinde auch zugleich Bindergespärr sei.

Die Konstruktion zwischen den beiden Anfallsgebinden eines Walmdaches oder zwischen a b und c d, Fig. 410, bietet nichts Neues, sondern besteht aus den seither betrachteten Satteldachkonstruktionen, wir haben es daher nur mit dem Walm selbst, d. h. mit dem Teile des Daches zu thun, der außerhalb der Anfallsgebinde liegt. Hierher gehören zunächst die in der Richtung der Gratlinien anzuordnenden Gratsparren, welche 18—20 cm hoch und 15—18 cm breit gemacht werden. Von der Gratlinie aus wird der Gratsparren nach beiden Seiten abgedacht, und zwar symmetrisch, wenn die Dachflächen gleiche, oder unsymmetrisch, wenn sie ungleiche Neigungen haben. Die Länge des Gratsparrens und seine Neigung gegen die Horizontale wird bekanntlich durch Umlegung des rechtwinkligen Dreieckes bestimmt, dessen Katheten aus der Dachhöhe und der Horizontalprojektion der Gratlinie bestehen und dessen Hypotenuse der Länge des Gratsparrens entspricht.

Die Gratsparren stehen — bei unmittelbarer Verbindung der Sparren mit den Balken — in Gratstichbalken, und diese sucht man gegen den auf sie ausgeübten Seiten-

schub dadurch zu sichern, daß man sie mit dem Balken, in welchen sie eingezapft sind, verklammert und diesen nötigenfalls mit seinen benachbarten durch ein Bandeisen verbindet. Die Gratsparren bilden halbe Dachgebinde, da ihnen die Gegensparren fehlen, und lehnen sich daher gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, wo sie durch „Schiftung" verbunden werden.

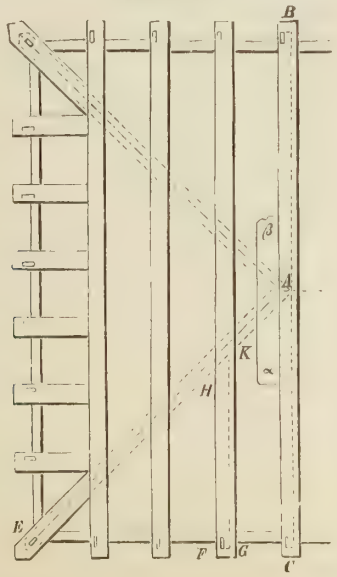
Alle Sparren der Langseiten außerhalb des Anfallsgebindes, sowie die der Walmseite, reichen nicht bis zur Firstlinie, sondern laufen gegen die Gratsparren aus, werden hier angeschiftet und heißen daher Schiftsparren. Die Länge derselben ergiebt sich durch die Betrachtung, daß jeder Schiftsparren die Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks bildet, dessen Katheten seine eigene Horizontalprojektion und die vertikale Entfernung seines Anfallspunktes über der Horizontalebene des Sparrenfußes sind.

Die Flächen, mit welchen sich die Gratsparren gegen einander und gegen das Anfallsgebinde, sowie die, mit welchen sich die Schiftsparren an den Gratsparren legen, heißen Schmiegflächen oder Schmiegen, und das praktische Verfahren, sowohl die Längen der Grat- und Schiftsparren, als die Gestalt dieser Schmiegen zu finden, nennt man in Bezug auf Dachkonstruktionen das Schiften.

Um das Schiften vornehmen zu können, ist eine Horizontalprojektion des Daches nötig, und diese bildet für den Zimmermann die Zulage oder den Werksatz.

Auf der ordnungsmäßig zusammengelegten Dachbalkenlage werden die First- und Gratlinien aufgeschnürt, wie dies in Fig. 412 durch die punktirten Linien angedeutet ist.

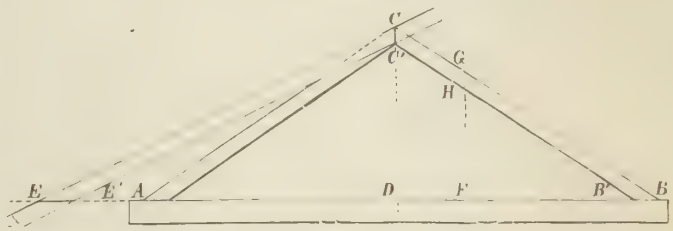
Fig. 412.



Da der Anfallspunkt A in die Kante des Anfallsgebindes ABC fällt, so muß neben diesem Gebinde, in der Nähe des Anfallspunktes, ein Brettstück $\alpha\beta$ befestigt werden, auf welchem die für die Schmiege der Gratsparren nötigen Zeichnungen gemacht werden können. Diese ergeben sich sehr leicht, wenn man die Hälfte der Breite der Gratsparren zu beiden Seiten der Gratlinien aufträgt und Parallelen mit den Gratlinien durch die bezeichneten Punkte mittels Schnurschlägen zieht.

Zunächst wird jetzt ein Lehrgebinde, etwa das Anfallsgebinde, „zugelegt" und mit Hilfe desselben die Länge der Grat- und Schiftsparren bestimmt. Dieses Lehrgebinde sei in Fig. 413 dargestellt und aus der Spitze C desselben

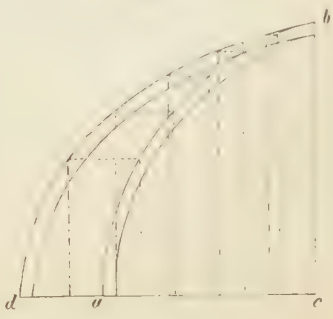
Fig. 413.



ein Perpendikel auf den Balken AB gefällt, wodurch die Mitte D des letzteren bestimmt wird. Von hier aus wird die Länge AE, in Fig. 412, von D nach E, Fig. 413, getragen, indem man den Balken AB durch ein angestoßenes Holzstück verlängert. Das für den Gratsparren bestimmte Holz wird nun so an die Punkte E und C, Fig. 413, gelegt, daß die Oberkante desselben durch diese Punkte geht, und alsdann werden die Linien EE' und CC' aufgezeichnet. Nach der Linie CC' wird das Holz immer abgeschnitten, unter der Linie EE' läßt man aber noch so viel Holz stehen, um den Zapfen anarbeiten zu können. Durch diese Operation ist, wie man leicht sieht, die Länge des Gratsparrens bestimmt, und durch den Schnitt CC' ist die sogenannte Lotschmiege (Senkelschmiege), sowie durch EE' die Fußschmiege, d. h. die Fläche, mit welcher der Gratsparren auf der Dachbalkenoberfläche aufsteht, gefunden.

Ist der Gratsparren der eines Bohlendaches, so findet man seine Gestalt ganz auf dieselbe Art, wie man bei den

Fig. 414.



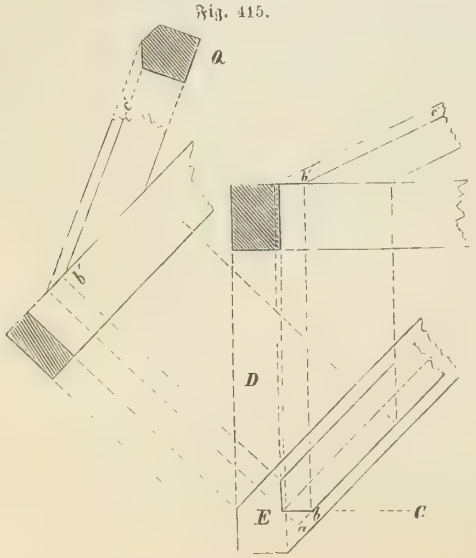
Kreuz- oder Klostergewölben die Gräte findet; nämlich durch die Methode der sogenannten Vergatterung. Es sei ab, Fig. 414, ein Sparren des Lehrgebindes eines solchen Daches,

und cd die Länge des Gratsparrens in seiner Horizontalprojektion. Die Grundlinie des Sparrens ab teile man in eine beliebige Anzahl, am besten gleicher Teile, und in ebenso viele die Linie cd. In diesen Teilpunkten errichte man Perpendikel, und zwar die auf ac bis zur Peripherie des Sparrens. Macht man nun die auf cd errichteten Perpendikel beziehungsweise ebenso lang, als die auf ac errichteten, so geben die Endpunkte der ersteren, stetig verbunden, die verlangte Gestalt des Gratsparrens; und die Linien bc und dc bezeichnen zugleich die Richtungen der Lot- und Fußschmiegen.

Soll die Länge eines Schiftsparrens gefunden werden, so ist derselbe zunächst in der Horizontalprojektion aufzuzeichnen, d. h. es wird, seiner Breite entsprechend, ein Schnurschlag auf den betreffenden Balken gemacht, bis an die Schnurschläge, welche die Horizontalprojektion des Gratsparrens darstellen. Hierbei stellt sich die Bequemlichkeit heraus, die daraus erwächst, wenn man die Sparren an einer Seite bündig mit den Balken anordnet und nicht mitten auf den Balken stellt, was indessen bei den Gratsparren immer stattfindet. Ist nun FGHK, Fig. 412, eine solche Horizontalprojektion, und trägt man die Länge GK in Fig. 412 von B nach F in Fig. 413, errichtet in F einen Perpendikel, so wird, wenn man vorher das für den Schiftsparren bestimmte Holz auf den Sparren BC, Fig. 413, gelegt hat, durch die Linie GH die Länge der Lotschmiege bestimmt, während BB' die Fußschmiege bezeichnet.

Die Oberfläche des Gratsparrens liegt sowohl in der Lang- als in der Walmseite des Daches; derselbe muß

Fig. 415.



daher abgefast oder im Querschnitt rückenförmig gestaltet werden. Der Gratsparren wird, in der bis jetzt aufgefundenen Form, in der Horizontalprojektion an seinem Fuße die Gestalt haben, wie sie in Fig. 415 bei E mit punktirten Linien gezeichnet ist. Man schnüre daher die Fußlinien der Sparren bis an den Gratfußpunkt E auf und trage an der Fußschmiege des Gratsparrens die Entfernung ab von dem vorderen Eck hereinwärts auf und mache parallel mit der Oberkante desselben einen Schnurschlag b'c', so wird dies die Linie sein, nach welcher die Abfasung vorgenommen werden muß, wie dies der Querschnitt Q zeigt.

Durch die Lotschmiege ist sowohl an den Grat-, als an den Schiftsparren nur die Richtung der Ebene der Schmiege gefunden, und die Gestalt der eigentlichen Anlehnungsfläche oder der Backenschmiege muß noch bestimmt werden. Es geschieht dies bei Grat- und Schiftsparren auf ganz ähnliche Weise, weshalb wir hier das Verfahren an einem der letzteren zeigen wollen.

Es kommt darauf an, den Winkel, mit welchem sich der Schiftsparren an den Gratsparren anlegt und der in Fig. 416 durch HKG in der Horizontalprojektion gegeben ist, an den Schiftsparren richtig zu übertragen. Letzterer hat, nach den bisherigen Operationen, die in Fig. 417 (teilweise punktirt) gezeichnete Gestalt. Der Zimmermann legt nun das Winkeleisen so an den Punkt K, Fig. 416, daß der eine Schenkel desselben mit der aufgeschnürten Linie GK zusammenfällt, und bezeichnet das Maß Kk auf demselben; dann wird der unbezeichnete Schenkel des Winkeleisens an die Lotschmiege KK', Fig. 417, gelegt und an dieser so lange verschoben, bis der auf dem anderen Schenkel bezeichnete Punkt K in die Kante KG, Fig. 417, fällt.

Fig. 416.

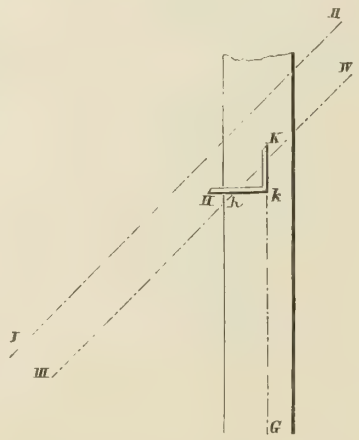
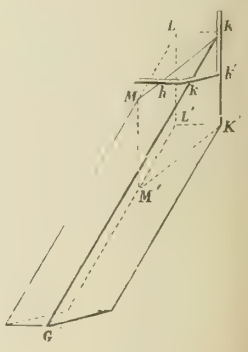


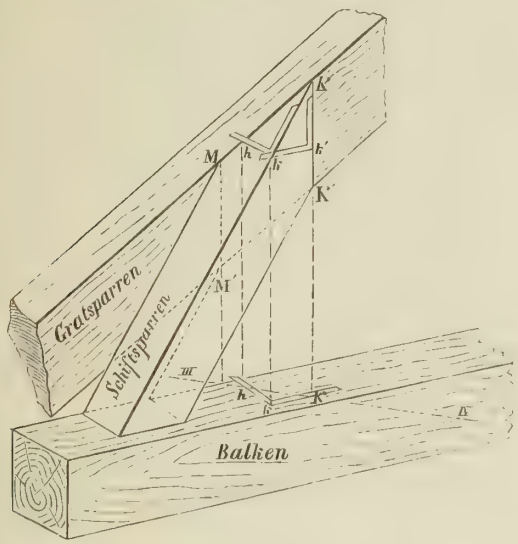
Fig. 417.



Hierdurch ist der Punkt k in Fig. 417 so bestimmt, daß er lotrecht über k in Fig. 416 liegt; denn das Maß Kk, Fig. 416, ist dem kk' in Fig. 417 gleich, und da KK' lotrecht steht, so ist auch kk', wie Kk in Fig. 416, wagrecht. Jetzt wird das Winkeleisen an die Kante GK, Fig. 417, gelegt und von k aus eine winkelrechte Linie kh,

Fig. 417, gezogen, auf welcher der Punkt h so bestimmt wird, daß man das Maß k h aus Fig. 416 von k nach h in Fig. 417 trägt. Zieht man nun die Linie K h, Fig. 417, bis M und schneidet nach dieser und nach der Richtung der Lotschmiege K K' das Holzstück M L K K' L' M' fort, so ist die Backenschmiege gefunden, die, wenn richtig verfahren wurde, genau an den Gratsparren sich anlegen wird. Die Richtigkeit des Verfahrens wird durch einen Blick auf Fig. 418 noch deutlicher werden.

Fig. 418.



Daß es bei der hier beschriebenen Methode des Schiftens ganz gleichgültig ist, ob das Gebinde recht- oder schiefwinklig geschlossen ist, die beiden Gratsparren eines Walmens daher gleich oder ungleich lang sind, leuchtet ein, und deshalb sollen auch die übrigen, hier und da üblichen Methoden des Schiftens hier übergangen werden; bemerken müssen wir aber noch, daß, wenn die Walmseite denselben Dachwinkel hat, wie die Langseite, alsdann die Schifter der Walmseite auch auf dem Lehrgebinde der Langseite abgeschiftet werden können, daß, wenn die Walmseite aber eine andere Neigung gegen den Horizont hat, alsdann auch ein besonderes, diesen Winkel darstellendes Lehrgebinde für die Schifter der Walmseite zugelegt werden muß.

Daß es ferner für das Schiften der Sparren durchaus gleichgültig ist, auf welche Weise oder wie oft die Sparren unterstützt sind, und ob sie zu einem steilen oder zu einem flachen Dache gehören, leuchtet ebenfalls ein.

In Bezug auf die Konstruktion der Walme ist im allgemeinen zu bemerken, daß die Gratsparren halbe Gebinde darstellen, und zwar immer halbe Bindergespärre, wenn überhaupt Bindergespärre in dem Dache vorhanden sind. Diese beiden Gratgespärre durchschneiden sich in einer durch den Anfallspunkt gehenden Vertikallinie, und wenn horizontale Verbandstücke, wie Zangen und Spannriegel, in denselben vorhanden sind, so müssen diese in ihrem Kreuzungspunkte eine Unterstützung finden, weshalb in diesem Falle das Anfallsgebinde immer ein Bindergespärre sein muß. Ist die Walmseite lang, d. h. das Gebäude tief, so ist hier gewöhnlich auch ein halber Binder nötig, der dann in der Mitte seinen geeignetsten Platz findet, Taf. 23, Fig. 1—3, obgleich es sonst einige Unbequemlichkeiten verursacht, wenn gerade in der Mitte der Walmseite ein Sparren vorhanden ist, weil dann drei Sparren im Anfallspunkte zusammenstoßen, auch die Anbringung einer Dachluke, die man, wenn sie überhaupt nötig wird, gern in der Mitte der Walmseite anordnet, nicht ohne Unbequemlichkeit hier angelegt werden kann.

Kommen drei Sparren im Anfallspunkte zusammen, so sollte man sie nicht alle drei bis an diesen Punkt reichen lassen, wie es Fig. 419 darstellt, sondern nur die beiden

Fig. 419.

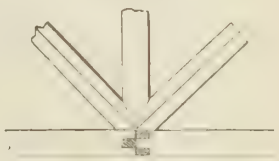


Fig. 420.

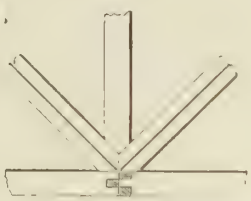
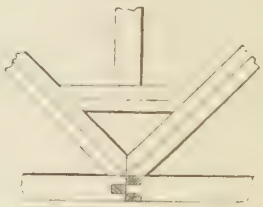


Fig. 421.



Gratsparren, und den mittleren entweder nach Fig. 420 an diese anschiften oder nach Fig. 421 zwischen die beiden Gratsparren einen Wechsel einsetzen und in diesen den dritten Sparren einzapfen.

Ist das Gebäude so tief, daß mehr als ein Binder auf der Walmseite angeordnet werden müssen, so sind auch auf der Langseite, zwischen dem Anfallsgebinde und dem Eck des Gebindes, Binder nötig, die natürlich noch weniger als die Hälfte eines Gespärres darstellen. Sind in diesem Falle Kehlbalken oder Spannriegel vorhanden, so werden die der eben erwähnten Binder in die der Gratgebinde verzapft, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die von der Lang- und von der Walmseite kommenden Hölzer nicht in einem Punkte des Gratspannriegels u. s. w. zusammentreffen, um diesen nicht zu sehr zu schwächen. Daß, wenn auch in den Lehrgebinden Kehlbalken vorhanden sind, für diese ein Stichgebälk, ganz ähnlich wie im Hauptdachgebälk, angeordnet werden muß, versteht sich von selbst.

Hat das Dach einen gebrochenen Walm, Fig. 1,

Taf. 53, anstatt des einfachen, so kommt man einfach zum Ziel, wenn man in dem Anfallsgebinde eine Art Hängsäule anordnet, für welche die Hauptsparren die Streben bilden, und von dieser aus die Gratsparren durch Büge unterstützt; hat hierbei das Dach nur eine mittlere Pfette, so kann man die Hauptsparren in den Gratgebinden ganz fortlassen und die Pfetten unmittelbar durch die erwähnten Büge unterstützen, nur muß man dann Sorge tragen, daß der Fuß der Hängsäule nicht ausweichen kann. Sind indessen mehrere Pfetten zwischen den Endpunkten der Sparren vorhanden, so wird es wieder einfacher, wenn man Hauptsparren in den Gratgebinden anordnet und diese von der gedachten Hängsäule aus unterstützt. Diese Hauptsparren dürfen aber nur so lang sein, daß sie die obere Pfette noch stützen (vergl. Fig. 6 und 7, Taf. 53).

Stehen die Sparren des Daches nicht in unmittelbarer Verbindung mit den Dachbalken, ist also das Dach etwa mit einem „Knieſtocke“ konstruiert, wie das auf Taf. 54 dargestellte, so muß man unter den Gratsparren eine Art liegender Stuhlsäulen anordnen, die dem größeren Horizontalschube derselben entgegenwirkt, auch dann, wenn das Dach einen stehenden Stuhl hat. Dieselbe geht dann von einem gut gegen das Ausweichen gesicherten Gratstichbalken aus und ist mit dem Gratsparren versatzt. Ist der Gratsparren sehr lang und das Dach flach, so umfaßt man den Fuß des Gratsparrens auch wohl noch mit einer aus zwei horizontalen Hölzern gebildeten Zange, welche die ebengedachte schräge Stütze umfaßt und mit Hilfe derselben ein festes Dreieck bildet.

Die Dach- und Stuhlpfetten, welche in gleicher Höhe auch auf der Walmseite herumlaufen, werden gewöhnlich an den Ecken unter den Gratsparren nur stumpf auf die Kehrung zusammengeschnitten und die Verbindung durch ein umgelegtes eisernes Band oder durch eine übergeschlagene Klammer verstärkt. Bei einem Pfettendache geschieht dieser Zusammenstoß auf den Hauptsparren der Gratgebinde, und es sind letztere auf die erwähnte Art durch eine schrägstehende Stütze zu unterstützen, die, wenn diesen Sparren kein gegen den Horizontalschub ganz gesicherter Stand gegeben werden kann, von dem Eck des Gebäudes ausgehen muß, sonst aber auch von der im Anfallsgebinde angeordneten mittleren Hängsäule ausgehen kann.

Bei Stuhldächern geschieht der Zusammenstoß der Stuhlpfetten immer über einer Stuhlsäule, die dann einen Winkelzapfen erhält. Bei liegenden Stühlen steht der Stuhlpfosten in dem gehörig gesicherten Gratstichbalken, oder, wenn bei einem Knieſtock gar kein Stichgebälk vorhanden ist, auf einem über zwei bis drei Balken in der Richtung des Gratbalkens gestreckten Schwellstücke. Eben ein solches Schwellstück, nur senkrecht über die Balken gestreckt, dient den Pfosten stehender Stühle in dem Falle zur Basis, wenn der Eckpunkt zweier Pfetten über den Zwischenraum zweier Dachbalken trifft. Ein solches über zwei bis drei Balken reichendes Schwellstück ist jedenfalls einem zwischen die Balken eingesetzten Wechsel vorzuziehen.

Nach diesen Bemerkungen wird es nicht schwer halten, in allen den Fällen, in welchen eine von unten unterstützte Dachbalkenlage vorhanden ist, ein Walmdach anzuordnen, auch wenn dies ein Pultdach wäre, und eine aufmerksame Betrachtung der auf Taf. 53 und 54 gegebenen Zeichnungen wird die dargestellten Konstruktionen deutlich machen.

Darauf müssen wir aber noch aufmerksam machen, daß es immer geraten sein wird, ein Walmdach, dessen Sparren nicht in die Dachbalken eingestellt werden können, als Kehlbalkendach zu konstruieren, weil die Schiftsparren immer einen bedeutenden Horizontalschub ausüben, wenn sie nicht durch zangenartige Kehlbalken daran gehindert werden.

Auch wenn halbe Walme dargestellt werden sollen, ist das Verfahren dem beschriebenen ganz analog, nur muß hier Alles auf das Kehlgebälk bezogen werden, was früher für das Hauptdachgebälk galt.

Soll über einer freien, nicht von unten unterstützten Balkenlage ein Walmdach konstruiert werden, so wird man es wohl immer mit einem Hängwerksdache zu thun haben. In einem solchen Falle wird es dann fast immer rätlich sein, das Hängwerk so anzuordnen, daß, wenigstens in dem Anfallsgebinde, eine mittlere Hängsäule vorhanden ist, weil auf der Mitte des Haupttramens dieses Gebindes die Abstützung des Walmes am bequemsten geschieht und diese daher einer möglichst unmittelbaren Unterstützung bedarf. Aus diesem Grunde ist es auch geraten, die Hängwerksstreben in diesem Gebinde etwas stärker zu nehmen, als in den übrigen Bindern, weil sie den Walm mit zu tragen haben.

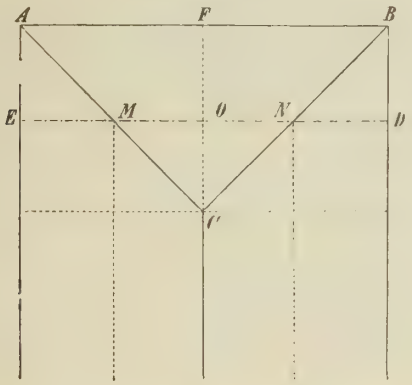
Da es in Verbindung mit einem Hängwerke, wie wir früher gesehen haben, immer am vorteilhaftesten ist, ein Pfettendach zu konstruieren, so wird man bei einem Walmdache ebenfalls ein solches Dach vorziehen; und es kommt dann nur darauf an, die Eckpunkte, in welchen die Pfetten auf den Gratlinien zusammentreffen, gehörig zu unterstützen. Dies kann auf verschiedene Art geschehen.

Entweder ordnet man über den Horizontalprojektionen der Gratsparren Hängwerke an, d. i. über den Linien A C und C B, Fig. 422, oder man legt in der Mitte der Breite des Walmens, etwa über D E, ein Hängwerk parallel mit den übrigen durch, welches dann natürlich im allgemeinen die Gestalt eines doppelten Hängbocks haben wird. Oder hat man keine mittlere Hängsäule im Anfallsgebinde, sondern überhaupt nur zwei Hängsäulen, so werden unter den von M und N, Fig. 422, ausgehenden und mit dem First parallelen Linien Unterzüge oder Träger vorhanden sein, und

man kann dann diese benützen, um auf ihnen Hängwerke aufzustellen, welche die Punkte M und N unterstützen.

Die erstgenannte Konstruktion verlangt, daß man für die diagonal gelegten Hängwerke Gratbalken von der Horizontalprojektion des Anfallspunktes bis in die Gebäudeecken anordnet, die für die diagonalen Hängwerke als Haupttramen auftreten. Diese finden auf der Mitte des Haupttramens vom Anfallsgebinde immer ein mangelhaftes Auflager, was nur durch Zuhilfenahme von bedeutenden Eisen-

Fig. 422.



Konstruktionen einigermaßen gesichert werden kann. Die Beschaffung eines sicheren Auflagers an dieser Stelle wird auch dadurch erschwert, daß in den meisten Fällen noch der Haupttramen eines dritten Hängwerks, über der Linie FC, Fig. 422, hier ein Auflager erhalten muß, da ein solches Hängwerk zur Unterstützung der Pfetten auf der Walmseite fast immer nötig sein wird. Es ist daher die Anordnung mit diagonal gestellten Hängwerken möglichst zu umgehen und nur etwa dann anzuwenden, wenn die unregelmäßige Gestalt des Walms eine andere Disposition nicht zuläßt; in welchem Falle gewöhnlich nichts Anderes übrig bleibt, als über der Horizontalprojektion jedes Gratsparrens ein Hängwerk zu errichten.

Die zweite Konstruktion führt gemeiniglich leichter zum Ziele. Der Haupttramen des Hängwerks über ED, Fig. 422, findet sein Auflager, wie alle übrigen, auf den Umfangsmauern des Gebäudes, und ist die Entfernung zwischen den durch dieses Hängwerk unterstützten Punkten M und N noch zu groß, so giebt ein über FC angeordnetes Hängwerk die beste Gelegenheit, den Punkt O zu unterstützen. Alsdann kann man auch den doppelten Hängbock über ED bei durchgehenden Haupttramen in zwei einfache verwandeln, wodurch die Konstruktion an Unverschieblichkeit und daher an Festigkeit gewinnt.

Ist in dem Dachgebinde auf jeder Dachlangseite nur eine Pfette vorhanden, so bedürfen die Gratgebinde keiner Hauptsparren, ebenso der über FC, Fig. 422, anzuordnende Binder nicht; denn es kommt ja dann nur auf die Unterstützung der einen Pfette an. Sind aber mehrere Pfetten vorhanden, wie dies namentlich bei einer Bretterverschalung unter dem Deckmaterial der Fall zu sein pflegt, so dürfen die Hauptsparren nicht fehlen, die dann durch die Hängwerke unterstützt werden und ihrerseits wieder den Pfetten ein Auflager gewähren.

Ist für die Hauptbalken des Daches überhaupt nur eine Unterstützung nötig, also überhaupt nur eine mittlere Hängsäule vorhanden, wie in Fig. 1, Taf. 55, so wird aus dem Hängwerke über ED, Fig. 422, ein Binder mit liegendem Dachstuhle, denn die Hängsäulen bei MN werden nun entbehrlich, und der Hauptbalken ED erhält seine Unterstützung durch die in O angeordnete Hängsäule des Hängwerks über FC, während die Enden der Pfette auf der Dachlangseite, auf dem Spannriegel des Binders ED ein Auflager finden (vergl. Fig. 2, Taf. 55).

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Konstruktion von Walmdächern in Verbindung mit Hängwerken dürfte man im stande sein, unter aufmerksamer Erwägung der jedesmaligen Umstände, ein solches Dach zu konstruiren, wenn wir es auch keineswegs leugnen wollen, daß die Aufgabe, besonders bei weitgespannten Dächern, immer zu den schwierigen gehört und alle Umsicht und Gewandtheit des Konstrukteurs erfordert. Alle möglicherweise vorkommenden Fälle können wir hier indessen nicht besprechen, und müssen uns auf das Allgemeine über die Anordnung solcher Dächer beschränken, dem wir auf Taf. 55 und 56 ein paar Beispiele, die das Gesagte näher erläutern, beifügen wollen.

Auf Taf. 55 ist ein solches Dach über einen 11 m tiefen Raum mit einer mittleren Hängsäule dargestellt. Die Haupttramen der Bindergespärre dienen als Unterzüge für die der Länge des Gebäudes nach liegenden Dachbalken, ein ringsum laufendes Stichgebälk trägt eine Sparrenschwelle, fängt den Schub der Schiftsparren auf und dient zur Bildung einer weit vorragenden Dachtraufe.

Wie das Anfallsgebinde, Fig. 3, und die Horizontalprojektion, Fig 1, zeigen, sind die Hängestreben durch eine doppelte, kehlbalkenartige Zange gestützt, welche mit diesen Streben, der mittleren Hängsäule und den Dachsparren verbolzt ist und eine mittlere Dachpfette trägt. In den Gratgebinden sind keine Hauptsparren vorhanden, und das Eck der Dachpfetten wird durch den ebenfalls doppelten, zangenartigen Spannriegel des in Fig. 2 dargestellten Binders über DE, Fig. 1, gestützt. Dieser Spannriegel wird durch zwei liegende Stuhlpfosten und durch die Hängsäule des in der Mitte der Walmseite auf dem mittleren Balken aufliegenden einfachen Hängbocks getragen. Auf diesem Spannriegel findet auch die doppelte Pfette, welche durch die ganze Länge des Daches reicht und mit den Hängsäulen der Binder verbolzt ist, ein Auflager, und auf den Enden dieser Doppelpfette und denen der Dachpfetten liegt die Dachpfette der

Walmseite, die ihrerseits daher um eine Holzstärke höher liegt. Das eben Gesagte wird aus der Betrachtung der Fig. 2 und 4, von denen letztere einen Teil des Längendurchschnitts darstellt, deutlich werden. Die Gratsparren stehen nur auf kurzen Gratstichbalken und der Fuß derselben ist daher durch eine, über drei der Dachbalken hinweg reichende und hier verbolzte eiserne Schiene gegen den Horizontalschub gesichert. Diese Schiene ist in der Horizontalprojektion Fig. 1 angedeutet. Die Hängsäule ist an ihrem Kopfe mit den früher erwähnten Laschen versehen, um die zugleich als Hauptsparren auftretenden Hängstreben unmittelbar gegen einander stemmen zu können, wie dies die Detailfigur auf Taf. 55 nachweist.

Auf Taf. 56 ist ein Walmdach ähnlicher Konstruktion über einen ca. 18 m tiefen, freien Raum dargestellt. Die Binder enthalten zwei doppelte Hängsäulen, und die Dachsparren sind zweimal zwischen ihren Enden durch Zwischenpfetten unterstützt. Eine Dachbalkenlage ist nicht vorhanden, und auf den Tramen der Hängwerke liegen zwei, die ganze Länge des Gebäudes durchziehende Träger, welche aber nur des Längenverbandes wegen, und um die für den Walm nötigen Hängwerke aufstellen zu können, angeordnet sind.

Da mehr als eine Dachpfette vorhanden ist, so mußten auch sowohl in den Gratgebinden als in den Bindern des Walms Hauptsparren angeordnet werden, von denen die letzteren sich an die der Gratsparren anschiften.

Der mittlere Binder auf der Walmseite wird durch ein Hängwerk gestützt, dessen Ebene mit der des Anfallsgebindes parallel ist, wie der Durchschnitt Fig. 4 dieses zeigt, während die übrigen Binder des Walms Hängwerke haben, deren Vertikalebenen parallel mit dem Firste des Daches sind. Die Hängsäule des erstgedachten Hängwerks dient nur zur Unterstützung des Hauptsparrens des mittleren Walmbinders und ist daher mit ihrem Haupttramen auch nur durch einen Zapfen verbunden, welcher sie in ihrer vertikalen Stellung erhalten soll.

Die mittlere, nur bis zu dem zangenartigen Spannriegel reichende Hängsäule sämtlicher Binder ist hauptsächlich wegen des Längenverbandes des Daches angeordnet, wie dies der Längendurchschnitt Fig. 3 zeigt. Auf den Spannriegeln liegt, mit den eben erwähnten Hängsäulen verbolzt, eine Doppelpfette, und zwischen dieser und der Firstpfette ist eine Reihe Andreaskreuze angeordnet.

Alles Übrige dieser Konstruktion dürfte aus den Figuren auf Taf. 56 deutlich zu entnehmen sein, denn auch das Detail der Hauptverbindungen ist in den Fig. 5, 6 und 7 nach größerem Maßstabe ausführlich dargestellt.

Die Walmdächer haben überhaupt ihre Vor- und Nachteile, und über diese daher noch einige Worte. Als Vorteil wird angeführt, daß die Walme die hohen Giebel, welche, dem Wetter sehr ausgesetzt, schwer in gutem Stande zu erhalten sind, entbehrlich machten; was besonders bei freiliegenden Holz- oder Fachwerksgiebeln von Bedeutung sei, indem nicht nur die Zerstörung dieser Giebel schwer zu verhüten wäre, sondern auch der Sturm an ihnen eine bedeutende Angriffsfläche finde und so auf die Konstruktion des ganzen Gebäudes nachteilig einwirken könne. Ferner sollen die Walme (natürlich unter der Voraussetzung, daß sie das Gebäude an beiden Enden schließen) den Längenverband des Daches durch ihr Gegeneinanderstreben bedeutend verstärken.

Beide Vorteile müssen im allgemeinen zugegeben werden. Die sehr hohen Dachgiebel verschwinden aber immer mehr, indem man eben die Dächer nicht mehr so hoch macht, nachdem man durch Erfahrung einsehen gelernt hat, daß man Ziegeldächer auf $^1/_3$, ja bei vorzüglichem Material auf $^1/_4$ eindecken kann. Da ferner bei einem Walme die Erleuchtung des Dachraumes nicht mehr durch Giebelfenster bewirkt werden kann, so ist man zur Anlage von Dachfenstern genötigt, die ebenfalls schwer gegen das Einregnen zu schützen sind und alljährlicher Reparaturen bedürfen.

Schließlich dürfte bei Hallendächern von großer Spannweite das Giebeldach dem Walmdach stets vorzuziehen sein.

§ 13.

Zeltdächer.

Wie schon auf Seite 75 erklärt ist, besitzt das Zeltdach keinen First, sondern nur eine Spitze, in welcher die dreieckigen ebenen Dachflächen, über dem einfachsten Grundriß, dem Quadrat, eine Pyramide bildend, auslaufen.

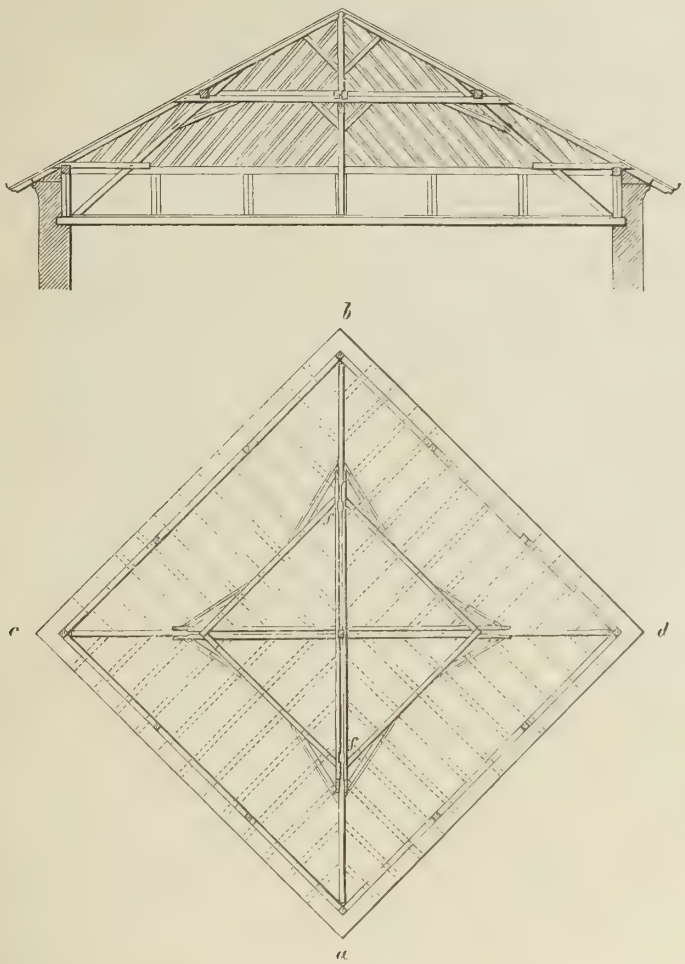
Hieran schließt sich das Zeltdach über polygonalem Grundriß und endlich über dem Kreise, wobei das Zeltdach mit gekrümmter Dachfläche oder das Kegeldach entsteht.

Die Konstruktion eines Zeltdaches mit Kniewänden über einem quadraten Lichtraume von 10 m und hinlänglich unterstütztem Dachgebälke ist in Fig. 423 im Grundriß und diagonalen Durchschnitt dargestellt. Zur Verbindung der in einer Spitze zusammentreffenden Gratsparren der Zeltdächer wird daselbst ein der Hängsäule entsprechendes Verbandstück, Helmstange oder Kaiserstiel genannt, angebracht, in welches die Gratsparren blos eingezapft oder besser versatzt sind. Außer diesen sind, wie der Grundriß zeigt, nur noch Schiftsparren vorhanden. Die Gratsparren sind zugleich Bindersparren der beiden nach den Diagonalen angeordneten Gratgebinden. Eine Mittelpfette unterstützt die Grat- und längeren Schiftsparren und wird getragen von zwei doppelten, von a nach b und von c nach d gerichteten Spannkehlbalken und vier liegenden, mit Kopfbändern versehenen Stuhlsäulen. Die ersten liegen nicht in einer Ebene, sondern überkämmen sich und umfassen die Gratsparren, Stuhlsäulen und die Helmstange.

Mit dem in der Richtung von a nach b ziehenden Spannkehlbalken sind bei ff die Pfettenenden durch schwalbenschwanzförmige Verblattung verbunden. Vier von der Helmstange nach den Gratsparren ziehende Strebebänder tragen zur vollständigen Absteifung derselben wesentlich bei.

Die Kniewandpfette ist durch vier Eck- und acht Zwischenpfosten unterstützt und mittels vier Zangen mit den liegenden Stuhlsäulen abgesteift.

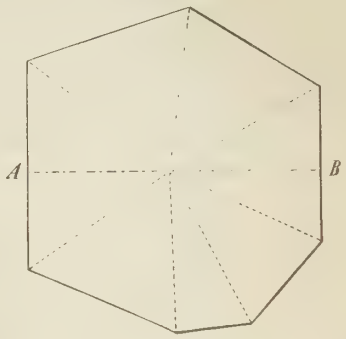
Fig. 423.



Wie wir soeben gesehen haben, werden bei der Konstruktion der Zeltdächer am zweckmäßigsten die Gratgebinde verwendet, weil sie den so wesentlichen Verbandstücken, den Gratsparren, an welche sich die Schiftsparren anschmiegen, eine durchaus solide Unterstützung gewähren.

Eine andere Anordnung der Dachbinder ist vom Kirchenbau-Inspektor Diemer in Karlsruhe bei einem auf Taf. 57, Fig. 1—3, dargestellten Kirchendache mit sichtbarer Holzdecke ausgeführt worden, bei welcher sie nicht nach den Gratlinien, sondern senkrecht über den Seiten des 15,5 m weiten Oktogons gespannt sind. Da hier die Decke von der Dachkonstruktion teilweise getragen werden muß, so waren die vier Dachbinder als Hängewerke mit durchgehenden Binderbalken zu konstruiren, wobei wir uns jedoch erlaubt haben, von der Ausführung etwas Umgang zu nehmen und in unserer Zeichnung den mittleren Teil der Binderbalken, des besseren Ansehens wegen, durch eiserne Zugstangen zu ersetzen.

Fig. 424.



Nach der einmal angenommenen und aus Fig. 1 und 3 deutlich zu ersehenden Deckebildung war die Konstruktion des Dachbinders einzurichten. Darnach ergaben sich für die Unterstützung der Eckpunkte des ein Quadrat bildenden Mittelfeldes der Decke von der Seitenlänge hi Fig. 3 vier einfache mittlere Hängsäulen, von denen je zwei mit Spannriegel und Sprengstreben den doppelten Hängbock bilden. Auf den vier Spannriegeln sitzen acht Pfosten zur Unterstützung der acht Ecken des obersten Pfettenkranzes, Fig. 1 und 2, während der Kranz der unteren Mittelpfette auf acht doppelten äußeren Hängsäulen aufgezapft ist, welche an den Eckpunkten b, c, d, e u. s. f., Fig. 2, angeordnet sind. Diese Hängsäulen, welche die Sprengstreben umschließen, Fig. 1, sind selbst wieder gefaßt durch die doppelten Spannkehlbalken, welche außerdem zwei gegenüberliegende Schiftsparren, die Sprengstreben und die mittleren Hängsäulen einspannen. Da die beiden in der Richtung von be, Fig. 3, ziehenden Spannkehlbalken auf den beiden nach cg und dk gerichteten aufgekämmt sind, so müssen an den Eckpunkten c und d und den entsprechend gegenüberliegenden die Pfettenenden mit Unterlagen versehen werden, welche den Druck auf die Spannkehlbalken zu vermitteln haben. Zur weiteren Unterstützung des unteren Pfettenkranzes sind die Hängsäulen mit Kopfbändern versehen. Zur Aufnahme der acht Gratsparren ist die Helmstange oben stärker angenommen, als unten, wo sie von zwei sich rechtwinklig kreuzenden Zangen, die in der Mitte der Spannriegel Unterstützung finden, sicher gefaßt und verbolzt ist.

Wenn sich auch gegen die Solidität der Dachkonstruktion und der gefälligen Deckenanordnung nichts einwenden läßt, so dürfte doch der Lösung dieser Aufgabe mit Gratgebinden der Vorzug eingeräumt werden, und zwar nicht allein wegen der entschieden solideren Unterstützung der Gratsparren, sondern auch wegen der einfach klaren und doch wirkungsvollen Anordnung der Decke durch Herstellung einer in der Mitte sich erhebenden regulären achtseitigen Hohlpyramide von 8,5 m Weite.

In der Regel werden bei Vielecken von gerader Seitenzahl nach sämtlichen Diagonalen Gratgebinde aufgestellt, an welche sich die Sparren der Fronten anschiften; da sie das ganze Dachgerüst tragen, so müssen sie solid konstruirt werden und womöglich fest verbundene Dreiecke bilden.

Ist die Grundfigur, wie bei Fig. 424, unregelmäßig und fallen zwei einander gegenüberliegende Gräte nicht in eine Vertikalebene, so kann kein ganzes Gratgebinde konstruirt werden. In diesem Falle ordnet man ein rechtwinklig auf den parallelen Seiten stehendes und durch die Spitze gehendes Gebinde AB an, betrachtet dieses als Anfallsgebinde und die zu beiden Seiten desselben liegenden Dachflächen als Walme, die sich nach dem über die Walmdächer Gesagten leicht konstruiren lassen.

Was die Stabilität der Zeltdächer betrifft, so weisen theoretische Untersuchungen nach, daß man sie wie die Satteldächer nur gegen das Verschieben auf ihrer Unterlage zu sichern hat und vor dem Umkanten keine Besorgnis zu hegen braucht, weil die Gefahr des Umkantens erst gleich der des Verschiebens ist, wenn die Höhe der Pyramide die fünffache Seite des Grundquadrats erreicht. Dieses Höhenverhältnis kommt aber nicht leicht vor, da ein Verhältnis 1 : 3 bis 1 : 4 schon äußerst schlanke Zeltdächer oder Turmspitzen giebt.

Die kegelförmigen Dächer entstehen, wenn das Polygon des Zeltdaches in den Kreis übergeht.

Die Konstruktion dieser Dächer ist nicht gerade schwierig, wenn sie auch nicht ganz so einfach als die der Pyramiden ist. Man wird einen Kaiserstiel anordnen und einige Gebinde, in lotrechten Ebenen durch die Achse des Kaiserstieles, aufstellen, die als Bindergespärre auftreten und den notwendigen Pfetten als Stützen dienen, durch welch' letztere die Zwischensparren getragen werden. Nur die Bindersparren reichen bis an die Spitze des Daches, die Zwischensparren werden aber nur so weit hinaufgeführt, als es die Tragfähigkeit der Latten oder der Bretterverschalung erfordert, da sie, in Ebenen senkrecht auf der Peripherie der Grundfigur stehend, nach oben convergiren. Diese Zwischensparren werden daher verschiedene Längen bekommen, indem man, nach der Spitze zu, zwischen zwei Sparren nach und nach immer einen ausfallen läßt, bis endlich die Bindersparren nur noch so weit voneinander abstehen, daß die Verschalung keiner weiteren Unterstützung bedarf. Die Zwischensparren endigen an ihrem oberen Ende frei und können immer noch um einige Fuß über die letzte, sie unterstützende Pfette hinausragen.

Was die Herstellung der Pfetten betrifft, so dürfte man am leichtesten zum Ziele gelangen, wenn man sie als horizontalliegende Kränze gerade so aus Dielen konstruirt, wie wir dies bei den Bohlensparren beschrieben haben. Eine solche Pfette bildet einen sehr festen Ring und ist nicht gerade schwierig anzufertigen.

Auch die Sparrenschwelle wird, wenn sie überhaupt vorhanden ist und die Sparren nicht auf Stichbalken ruhen, ebenfalls am leichtesten als ein zusammenhängender Kranz aus Dielen konstruirt.

Will man die ringförmigen Pfetten vermeiden, so muß man Kehlbalkendächer konstruiren und jeden einzelnen Sparren durch einen Kehlbalken unterstützen. Bei dieser Anordnung erhalten die Bindergespärre durchgehende, den Kaiserstiel umfassende Kehlbalken, und in diese zapft man Wechsel, von denen aus Kehlstichbalken bis an die Leer- oder Zwischensparren reichen. Da diese Dächer selten vorkommen, so möge ein Beispiel genügen.

Die Zeichnungen auf Taf. 58 stellen die Dachkonstruktion über dem Zuschauerraume des Theaters zu Mainz von Moller dar.

Der innere Durchmesser der ringförmigen Umfassungsmauern beträgt 32,5 m, und etwa 5 m von dieser entfernt befindet sich eine Säulenstellung, welche ein vollständiges, aus festen Sand- und Backsteinen konstruirtes Gebälk trägt, so daß in der Höhe der kegelförmigen Decke zwei konzentrische ringförmige Mauern entstehen, auf welchen das Dach aufzustellen war. Die äußere Mauer ist ca. 1 m höher als die innere, und bildet eine Art „Kniestock".

In der Höhe der inneren Mauer tragen beide ein Gebälk, welches durch eine Reihe von horizontal liegenden Andreaskreuzen zu einem festen, unverschieblichen Kranze gemacht wird. Die äußere Mauer hat über diesem Gebälke eine Stärke von 0,625 m und unter demselben von 0,75 m bei einer Höhe von 18,5 m über dem Pflaster.

Das Dach ist ein Pfettendach, und zwar sind die 19,5 m langen Dachsparren durch drei Zwischenpfetten unterstützt. Diese werden durch Hauptsparren, gh, Fig. 1 und 2, getragen, welche auf einem auf der äußeren Mauer liegenden Stichgebälke aufstehen und ihrerseits durch ein System von Streben gestützt werden, welches auf der inneren Mauer auf eichenen „Schuhen" steht.

Diese eichenen Schuhe, c, Fig. 2, 4 und 5, kurze, starke Balken, liegen auf doppelten kurzen Schwellen, welche auf dem früher erwähnten Gebälke aufgekämmt sind. Das

die Hauptsparren unterstützende Strebensystem besteht aus drei Streben, d, e und f, Fig. 2 und 5, welche fächerartig nach den Hauptsparren hinauflaufen. Zwischen zwei langen Hauptsparren liegt immer ein kürzerer, g h', Fig. 4, bei welchem die längste der Streben fehlt. Die langen Hauptsparren tragen einen kurzen Kaiserstiel, o, Fig. 2, 4 und 6, welcher an seinem oberen Ende durch ein mit ihm verschränktes Holzstück verstärkt ist, um die nötigen Flächen für die anfallenden Hauptsparren zu bieten, Fig. 3 und 6.

Das Dach hat nur ein einziges ganzes Gespärre, welches in der Bildfläche von Fig. 2 erscheint, und in diesem befindet sich eine doppelte Zange m n, Fig. 2, welche die Haupt- und Dachsparren und den Kaiserstiel umfaßt und mit diesen Hölzern verbolzt ist. In den übrigen halben Gespärren, d. h. denjenigen, welchen die Gegensparren fehlen, sind dergleichen Zangen ebenfalls vorhanden, die jedoch zum Teil nur bis in Wechsel reichen, welche zwischen den Zangen, die den Kaiserstiel noch umfassen, eingezapft sind; auf der rechten Seite von Fig. 1 sind diese Zangen und Wechsel in der Horizontalprojektion gezeichnet. Dicht über der horizontalen Zange m n trifft die längste Strebe f die Hauptsparren, und um hier einen recht festen Knoten zu bilden, geht eine zweite Zange Z, Fig. 2 und 7, über alle bisher genannten Verbandstücke hinweg, hinter welcher die oberste ringförmige Pfette ein sicheres Auflager findet. Fig. 7 zeigt den bei B, Fig. 2, sich bildenden Knoten in isometrischer Projektion.

Eine ganz ähnliche Zange Z', Fig. 2 und 8, ist da, wo die mittlere Strebe e den Hauptsparren trifft, angeordnet; sie umfaßt die Streben f und e und den Haupt- und Dachsparren; zugleich dient sie der mittleren ringförmigen Dachpfette als Stütze gegen das Gleiten. Auf und unter diesen zuletzt genannten Zangen und noch mit den langen Streben f verbolzt, ist aus geraden Hölzern k und k', Fig. 2 und 8, ein polygonaler Kranz gebildet, welchen Fig. 1 zum Teil in der Horizontalprojektion zeigt, und der den Zweck hat, das Schwanken der langen Streben f zu verhindern und sie in ihrer vertikalen Stellung zu erhalten.

Eine dritte Zange endlich geht von dem auf den ringförmigen Mauern gelegenen Gebälk aus, umfaßt die auf der äußeren Mauer ruhenden Stichbinderbalken, die mittlere Strebe d, den Haupt- und den Dachsparren, letztere da, wo die untere ringförmige Dachpfette auf dem Hauptsparren aufliegt.

Alle diese Zangen sind doppelt und mit den Hölzern, welche sie umfassen, verkämmt und verbolzt.

Die Dachsparren kommen in vier verschiedenen Längen vor, wie solches aus Fig. 1, links, deutlich hervorgeht.

Dieses hier beschriebene Dach würde nun unstreitig einen bedeutenden Horizontalschub auf die Mauer ausüben, wenn hiergegen nicht besondere Vorkehrungen getroffen wären. Denn wenn man auch annehmen wollte, die Bindergespärre wären so steif konstruirt, daß durch die horizontale Zange m n aller Horizontalschub aufgehoben würde, so könnte dies doch nur bei dem einzigen ganzen Gebinde stattfinden, und alle übrigen, denen die Gegensparren fehlen, würden ihren Horizontalschub auf die Mauern sehr nachteilig äußern. Denn betrachten wir einen einzelnen Binder, wie ihn z. B. Fig. 4 darstellt, und nehmen an, daß die denselben bildenden Hölzer eine in sich feste und unverschiebliche Fläche bilden, so stellt das Ganze einen zweiarmigen Hebel dar, dessen Unterstützungs- und Drehpunkt auf dem Schuh c liegt. Da sich nun aber der längere Hebelsarm bei b nicht senken kann, weil ihn die übrigen Binder, welche das gleiche Bestreben haben, hieran hindern, so wird sich das Bestreben äußern, den Unterstützungspunkt nach außen zu schieben.

Um diesem Bestreben entgegen zu wirken, ist dem kürzeren Hebelsarme das Übergewicht dadurch verschafft, daß die ganze Kniemauer durch eiserne Anker mit dem Ende des kürzeren Hebelsarmes bei g verbunden ist. Durch dieses bedeutende Übergewicht wird bewirkt, daß die Vertikale durch den Schwerpunkt der ganzen Hebelverbindung zwischen die beiden ringförmigen Mauern fällt und daher der Punkt g das Bestreben hat, zu sinken und den Hebel um seinen Unterstützungspunkt zu drehen, und da diesem Bestreben durch die rückwirkende Festigkeit der äußeren Umfangsmauer vollkommen entgegengewirkt wird, so resultirt aus der ganzen Verbindung nur ein vertikaler Druck auf die beiden ringförmigen Mauern.

Das hier zur Anwendung gekommene Prinzip ist unstreitig das des Krahns, und es ist nicht zu leugnen, daß dieses Prinzip bei Baukonstruktionen gewiß sehr oft mit Vorteil benutzt werden kann.

In Beziehung auf unsere Figuren der Taf. 58 ist nur noch hinzuzufügen, daß die eigentliche Decke des Raumes, einen halben abgekürzten Kegel bildend, durch Sparren p, Fig. 2, gebildet ist, die sich gegen die auf den ringförmigen Mauern liegenden Balken stemmen, Fig. 5, zwischen welche ringförmige oder auch polygonale Wechsel eingesetzt sind, welche in Verbindung mit den Sparren eine leichte Bretterdecke tragen. Die Sparren p stützen sich an ihrem oberen Ende gegen den die Öffnung für den Kronleuchter begrenzenden Bohlenkranz O, Fig. 2. Um indessen auch den Horizontalschub dieser leichten Decke ungefährlich zu machen, ist dieselbe, wie solches aus Fig. 2 ersichtlich wird, durch dünne, schmiedeeiserne Stangen an die Hauptbindersparren aufgehängt.

Alles Übrige dieser gewiß sehr scharfsinnigen Konstruktion ist aus den auf Taf. 58 gezeichneten Figuren deutlich zu ersehen.

Turmdächer sind ebenfalls Zeltdächer, aber von

außergewöhnlicher Höhe, wie wir bereits erwähnt haben. Abbildungen der am meisten vorkommenden Turmhelme mit ebenen und gekrümmten Dachflächen sind auf den Taf. 19—20 dargestellt. Da der Turmhelm Fig. 1, Taf. 19, ein sehr schwerfälliges Ansehen darbietet, so thut man besser, denselben einzuziehen oder ihn mit sogenanntem Leistbruch zu konstruiren, wodurch das Dach in eine niedere und höhere Pyramide zerlegt wird, Fig. 2 und 4.

Die Grundfiguren dieser Dächer sind meistens Quadrate oder reguläre Achtecke, seltener Kreise. Sehr häufig werden die Pyramiden versetzt, Fig. 7, 12 und 13, Taf. 19, so daß die Gräte derselben auf die Mitte der Seiten des Turmes treffen, oder auf den viereckigen Turm kommt ein achtseitiger Helm, Fig. 9.

Uber die Konstruktion der Turmspitzen sagt Moller in seinen „Beiträgen zu der Lehre von den Konstruktionen" folgendes:

„Die seit dem 16. Jahrhundert übliche Konstruktionsweise hölzerner Turmspitzen, welche noch in den neuesten Zeiten angewendet wird, ist mit wenigen Abweichungen folgende: Die Pyramide des Turmes besteht aus mehreren Stockwerken von sogenannten liegenden Dachstühlen, welche jedesmal durch eine Balkenlage voneinander getrennt sind. In der Mitte befindet sich ein starker, durch alle Stockwerke gehender Pfosten, die Helmstange (Kaiserstiel) genannt, in welchen die Gebälke meistens eingezapft sind. Die Mauerlatten liegen etwas vertieft, so daß die obere Seite derselben mit der Mauer in gleicher Höhe sich befindet. — Die Konstruktionsart kostet sehr viel Holz, ist nicht fest, wird bald schadhaft und ist schwer zu repariren. Die liegenden Stuhlpfosten, welche durch die Gebälke und Schwellen unterbrochen sind, haben keinen festen Stand, indem diese horizontalen Hölzer sich zusammendrücken und eintrocknen. Die Helmstange beschwert den Turm ganz unnötig und unterbricht den Verband der Gebälke. Wenn der Regen eindringt, was bei Türmen so häufig der Fall sein kann, so wird das Wasser durch die unteren Zapfen der Sparren und liegenden Stuhlpfosten in die Schwellen und Balken hinein geleitet, und da diese, sowie die Mauerlatten, wenn sie einmal im Innern naß sind, schwer trocknen, so faulen sie sehr bald. — Die Reparatur der angefaulten Schwellen und Gebälke ist aber äußerst schwierig, weil die ganze Last des oberen Turmes auf ihnen ruht und daher gehoben werden muß, um die alten Balken herauszuziehen und neue zu legen.

Außer diesen Fehlern findet sich an diesen Türmen noch häufig ein anderer, welcher nicht genug gerügt werden kann. An manchen Türmen fängt das Zimmerwerk schon innerhalb des obersten oder der zwei obersten Stockwerke der steinernen Umfassungsmauer an. (Wenigstens reicht die Helmstange so weit herab.) Man fragt sich hierbei unwillkürlich: sollen die Mauern das Zimmerwerk oder letzteres die Mauer fester machen? — Das Resultat ist aber gerade ein entgegengesetztes:

1) werden beim Sturmwinde die das Holzwerk umgebenden Mauern durch die Schwingungen, welche die Pyramide annimmt, auf das Nachteiligste erschüttert;
2) wird die Last der Holzpyramide nicht gleichförmig auf die ganze Mauerdicke verteilt, sondern sie ruht nur auf dem inneren Rande oder Absatze der Mauer; und beides ist gleich nachteilig.

Sehr verschieden von dieser war die Konstruktionsweise an den älteren Türmen vom 13. bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts. Charakteristisch ist an denselben:

1) daß die Verbindung der Holzstücke nicht durch Zapfen, sondern durch Schwalbenschwänze bewirkt ist, welche aber nicht bündig überschnitten (überblattet), sondern nur 3—5 cm vertieft (eingekämmt) sind, um das Holz nicht zu schwächen;
2) daß die Pyramide des Turmes durch mehrere, sich in der Mitte des Grundrisses kreuzende, vertikale Dreiecksebenen gebildet wird, deren jede durch mehrere kleine Dreiecke auf verschiedene Weise zu einer einzigen größeren, unverschieblichen Ebene gestaltet werden.

Dieser zweckmäßigen Konstruktion verdanken die, zum Teil schon mehrere Jahrhunderte alten Türme ihre große Festigkeit, doch lassen sich auch folgende Mängel derselben nicht verkennen:

1) fehlt der Seitenverband, indem die Sparren zwischen den Eckſparren nur durch sogenannte Stichbalken unterstützt sind. Eine Folge davon ist, daß die Gräte oder Ecken vieler alten Türme sich gedreht und eine etwas schiefe Richtung angenommen haben;
2) da die Eckſparren unmittelbar, ohne andere Unterstützung, die Hauptstärke des Verbandes bilden, so lassen sich dieselben nicht gut repariren oder wegnehmen, ohne die Festigkeit des Turmes sehr in Gefahr zu bringen;
3) sind die meisten dieser Türme doch etwas mit Holz überladen, so daß in der Mitte sich zu viele Holzstücke kreuzen.

Außerdem läßt sich an diesen, sowie an den meisten neuen Türmen tadeln, daß dieselben im Innern nicht gehörig erleuchtet und nicht zugänglich sind, wodurch die nötigen Reparaturen oft zu spät erkannt werden.

Nach diesen Bemerkungen sind es besonders zwei Gegenstände, welche hervorgehoben zu werden verdienen, und diese sind:

a) Die Weglassung der Helmstange. Dieses Verbandstück ist nur zum Anlehnen der Gratsparren in der Nähe der Spitze notwendig, und es scheint, als ob man dasselbe nur deshalb durch die ganze Dachhöhe geführt hat, um ein Umkanten der Pyramide zu verhüten. Wir wissen aber, daß diese Gefahr weit weniger zu befürchten ist, als die einer Verschiebung, und gegen die Bewegung ist eine Vermehrung der Reibung im Auflager der unteren Balkenlage auf den Mauern weit wirksamer, als die Helmstange, und daher die Fortlassung dieses schweren, immer sehr theuren, die Querverbindung der Sparren hindernden und den inneren Raum fast ganz unzugänglich machenden Verbandsstückes gewiß gerechtfertigt.

b) Die Vermeidung der in mehreren Stockwerken übereinander gestellten liegenden Dachstühle. Sind diese Dachstühle verschwellt, so sind zwei übereinander stehende Stuhlpfosten durch Pfette, Balken und Schwelle voneinander getrennt. Diese drei Langhölzer, welche zusammen mindestens 18 cm Höhe haben, verringern diese Dimensionen durch das Eintrocknen und die Pressung. Hierdurch wird aber eine Senkung der oberen Stuhlpfetten u. s. w. hervorgerufen, und dieser können die im Ganzen durchgehenden Sparren, welche durch die auf den Stühlen ruhenden Gebälke gestützt werden, nicht folgen, wodurch notwendig Störungen des ganzen Verbandes hervorgebracht werden müssen. Es muß daher schon aus diesem Grunde die Schädlichkeit einer solchen Anordnung zugegeben werden, ganz abgesehen von der sehr beschwerlichen Erneuerung dieser, dem Verfaulen sehr ausgesetzten Verbandstücke.

Als Resultat der vorstehenden Bemerkungen giebt nun Moller für die Konstruktion von Turmspitzen folgende allgemeine Regeln, und zwar:

A. In Hinsicht der Festigkeit.

1) Man setze das Zimmerwerk der Turmspitze unmittelbar auf den oberen Teil der Mauer, so daß die Holzkonstruktion ganz für sich besteht, und das Mauerwerk keine weitere Verbindung mit ersterer hat, als daß es derselben zur Unterlage dient.
2) Das Innere des Turmdaches werde möglichst leicht konstruirt, und man verstärke dagegen die äußeren Dachwände.
3) Die langen und schweren, sogenannten Helmstangen sind wegzulassen und auf eine kurze Hängsäule zum Tragen des Knopfes und zum Ansetzen der Sparren zu beschränken.
4) Die Eckpfosten oder Gratsparren dürfen nicht durch horizontale Hölzer unterbrochen, sondern sie müssen, wenn sie zu kurz sind, unmittelbar verlängert werden, so daß Hirnholz auf Hirnholz zu stehen kommt.
5) Die äußeren Dachwände sind so zu verbinden, daß sie keinen Seitendruck ausüben, sondern nur lotrecht auf die Mauer wirken können.
6) Dieselben sind durch horizontale Verbindungen (Kränze) in gewissen, nicht zu großen Entfernungen so abzuschließen, daß dadurch die Turmpyramide in mehrere kleine, abgestumpfte Pyramiden abgeschlossen wird.

B. Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit.

1) Alle Zapfenlöcher, in welchen das Wasser sich sammeln könnte, sind zu vermeiden; wo dieses nicht möglich ist, müssen sie unten geschlitzt werden, damit das Wasser ablaufen (oder wenigstens die Luft zum Trocknen eintreten) kann.
2) Alle Mauerlatten und Balken dürfen nicht eingemauert werden, sondern müssen nur auf der Mauer aufliegen.
3) Der Luftzug ist zu befördern.

C. Hinsichtlich der Reparatur.

1) Alle Hölzer sind so zu verbinden, daß die schadhaften leicht fortgenommen werden können, mithin müssen die Gebälke, Sparrenbalken u. s. w. nicht unter die Hauptpfosten der Eckſparren gelegt werden, sondern neben dieselben.
2) Bei größeren Türmen ist jedesmal, außer den Eckſparren, noch eine von denselben unabhängige Unterstützung anzubringen, so daß durch diese sowohl beim Aufschlagen, als bei Reparaturen, die Festigkeit des Ganzen gesichert wird und sie zugleich zum Gerüst dienen kann.
3) Die unter A 6 erwähnten Kränze sind so einzurichten, daß dieselben als innere Galerien oder Gänge für die Bauarbeiter dienen können.
4) In jedem Stockwerke (des Daches) ist wenigstens ein eisernes Fenster anzubringen, um jeden Schaden des Dachwerkes leicht erkennen zu können.

Die Fig. 1 bis 9, Taf. 59, stellen die von Moller entworfene Turmspitze der Kirche zu Friedrichsdorf mit wenigen ganz unwesentlichen Abänderungen dar; und wir bemerken dazu nur noch kurz folgendes.

Um in der Mitte eine freie Öffnung auch in der untersten Balkenlage zu bekommen, gehen nur vier der Balken ganz durch, sind in den Kreuzpunkten überblattet und treffen auf die Ecken der achtseitigen Pyramide. In diesen Balken stehen die acht Eck- oder Gratsparren der Pyramide mit Zapfen, deren Zapfenlöcher durchgeschlitzt sind. Zwischen diesen Gratsparren sind auf jeder Seite zwei Leersparren angeordnet, die auf Stichbalken und so stehen,

daß ihre Horizontalprojektionen senkrecht zu den Seiten der Grundfigur sind.

Die Anordnung des untersten Gebälkes zeigt Fig. 3. Dasselbe ruht auf einem doppelten Mauerlattenkranze, welcher in Fig. 4 abgesondert dargestellt ist. Die acht Hauptsparren, welche, wenn sie nicht in ganzer Länge zu haben sind, in verschiedenen Höhen durch das einfach verbolzte Blatt verlängert und die bei der 23 m über dem Mauerwerk hohen Spitze 25—30 cm stark genommen wurden, bilden vier große Dreiecke, deren Ebenen sich in der Axe der Pyramide schneiden, und sind durch fünf Zwischengebälke, deren Balken mit den Ecksparren seitwärts verkämmt und verbolzt sind, in sechs Stockwerke oder ebenso viele ähnliche kleinere Dreiecke geteilt.

Von den Balken dieser Stockwerke liegen immer nur die beiden parallel laufenden in einerlei Ebene und sind mit den anderen beiden verkämmt und verbolzt, wie solches aus dem Durchschnitte Fig. 1 und den Grundrissen der verschiedenen Stockwerke, Fig. 5—9, hervorgeht. Hierdurch ist das Innere der Pyramide möglichst frei geblieben und doch eine große Festigkeit erzielt, indem die langen Linien der Hauptsparren auf sehr wirksame Weise in kurzen Entfernungen mit den in sich selbst unverschieblichen Gebälken verknüpft sind.

Oberhalb lehnen sich die Hauptsparren an eine, nur durch die beiden oberen Stockwerke reichende Helmstange, welche von den Balken der unteren schloßartig umfaßt wird.

Um eine drohende Bewegung der Eckſparren zu verhindern und um zugleich den Leersparren eine weitere Unterstützung zu gewähren, sind in jedem der drei unteren Stockwerke vier Andreaskreuze angeordnet, welche abwechselnd stehen und deren Schwellen auf die Gebälke aufgekämmt sind. Die Pfetten dieser Andreaskreuze sind seitwärts in die Hauptsparren etwas eingelassen und mit ihnen verbolzt, so daß diese hierdurch eine Seitenverbindung in den Dachflächen und eine weitere Unterstützung erhalten, als die ist, welche ihnen die Stockwerkbalken gewähren. Ebenso sind nun die Gebälke zweifach unterstützt; einmal durch die Hauptsparren und dann durch die Pfetten der Andreaskreuze des unteren Stockwerkes. Hierdurch wird aber, neben einer vergrößerten Festigkeit und einer gleichmäßigen Verteilung der Last, noch der Vorteil erlangt, daß die Andreaskreuze ein Gerüst beim Aufschlagen des Zimmerwerkes bilden.

Bei dieser Operation werden nämlich zuerst die vier unteren Andreaskreuze aufgestellt und das Gebälk, Fig. 5, auf dieselben gelegt. Dann werden die Hauptsparren aufgerichtet, deren Länge wenigstens immer durch zwei Stockwerke reicht, so daß vier der Sparren bei jedem Stockwerke durchgehen und die vier übrigen dazwischen gestoßen werden. Sind die vier durchreichenden Sparren mit den Pfetten der Andreaskreuze und den betreffenden Balken verbolzt, so kann man die Andreaskreuze des nächsten Stockwerkes aufstellen, dann die zurückgebliebenen vier Sparren aufsetzen und nun wie vorhin verfahren, so daß ein besonderes Gerüst erspart wird. Die in jedem Gebälke bleibende, mittlere Öffnung erlaubt außerdem ein Heraufziehen der einzelnen Verbandstücke im Innern des Turmes.

Fig. 2, Taf. 59, zeigt die äußere Ansicht des Zimmerwerkes, bei welcher aber, der größeren Deutlichkeit wegen, die Leersparren zum Teil fortgelassen sind.

Nach denselben Grundsätzen ist die Holzkonstruktion des von Otzen in Berlin entworfenen neuen Turmhelmes der Nikolaikirche in Flensburg ausgeführt, welche auf Taf. 61, Fig. 1—9, dargestellt ist.[1]) Derselbe mußte auf die alten Turmmauern aufgesetzt werden, welche unter sich kein Quadrat, sondern ein Rechteck von 11,6 zu 12,6 m bilden. Diese Unregelmäßigkeit, sowie die der schiefen Ecken wurde durch die vier Ecktürmchen maskirt, welche den großen oktogonen Helm flankiren. Die Unterbauten dieser Ecktürmchen sind nach Otzens Angabe aus dem Grunde massiv gehalten, weil sie eine Verbindung der isolirten Giebel bis auf halbe Höhe derselben herbeiführen und, durch nach Innen liegende Strebepfeiler verstärkt, einen festen Mauerring darstellen, welcher eine weitere Unterstützung der Giebel unnötig erscheinen läßt.

Unterhalb der Giebel ist das alte Mauerwerk durch einen neuen Mauerkranz in Cementmörtel abgedeckt und mittels acht Stück durchgehender I-Schienenanker fest zusammengehalten. Dieselben bilden zugleich die Mauerlatten für die unterste Balkenlage des ganzen Helmes, dessen Gewicht auf diese Weise gleichmäßig auf die alten Mauern übertragen wird. Der Helm steht frei, damit nicht vorkommende Erschütterungen dem Giebelmauerwerk von Nachteil sein können.

Der 50 m hohe Helm ist durch 11 Balkenlagen in ebenso viele Etagen geteilt von 3,5—5 m Höhe. Mit der zweiten und dritten Balkenlage sind die Helme der Ecktürmchen sehr solid verbunden, Fig. 3. Von der Spitze herab bis einschließlich der fünften Balkenlage sind die beiden rechtwinkelig übereinanderliegenden Balkenpaare der Etagen im stande, sich ohne weitere Unterstützung als die vorhandene zu tragen. Da jedoch die freie Legweite der Balken nach unten immer mehr zunimmt und in der vierten Balkenlage schon 7 m beträgt, welche sich bis zur untersten auf 9 m steigert, so sah man sich veranlaßt, den vier untersten Balkenlagen eine Zwischenunterstützung zu geben. Dadurch entstand der pyramidale Inbau, welcher aus vier 4fachen Pfosten besteht, die auf verdübelten Balken auf-

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover, Jahrg. 1878.

sitzen, durch acht Paar Streben abgesprengt und mittels der Balkenlagen verbunden und verbolzt sind. Dieser Inbau giebt nicht allein den durch die gekuppelten Pfosten greifenden Balken der zweiten bis vierten Balkenlage eine äußerst sichere Lage, sondern er verschafft auch dem unteren Drittteile des hohen Helmes eine stramme Haltung, wodurch diese schöne Konstruktion auf die Dauer an Solidität wesentlich gewonnen hat. Die Dachflächen sind mit rotem englischen Schiefer gedeckt.

Bei noch größeren Konstruktionen dieser Art wird es nötig, außer den Gratsparren noch andere, von diesen unabhängige Stützen für die Gebälke anzuordnen, damit man einen etwa schadhaft gewordenen Gratsparren durch einen neuen ersetzen kann, ohne die Festigkeit der Stockwerksgebälke zu gefährden. Diese Stützen stehen hinter den Gratsparren in einiger Entfernung von denselben, aber in den Ebenen der Dreiecke, welche zwei einander diagonal gegenüberliegende Gratsparren bilden, und sind mit den Gebälken auf dieselbe Weise, wie die Gratsparren selbst, verbunden. Sie lehnen sich ebenfalls an die kurze Helmstange und ersetzen auf weit zweckmäßigere Weise die mehrfachen Stockwerke von liegenden Dachstühlen der früher gerügten Konstruktionsweise.

Viele Türme aus der romanischen Bauperiode haben eigentümlich gestaltete Dächer, wovon Fig. 11, Taf. 60, ein allgemeines Bild giebt. Man kann sich diese Form dadurch entstanden denken, daß über einer quadraten Grundfigur eine vierseitige Pyramide aufgestellt wird, deren Grundlinien gleich und parallel den Diagonalen des ersten Quadrates sind. Es entstehen auf diese Weise über den vier Seiten des Turmes ebenso viele Giebelfelder, und das Dach selbst erscheint als aus vier Rautenflächen zusammengesetzt.

Sehr viele dieser Türme sind oben zugewölbt, so daß man die Dachkonstruktion nicht sehen kann. Die Fig. 1 bis 10, Taf. 60, zeigen ein solches Dach.

Fig. 1 ist der Grundriß der untersten Balkenlage. Zwei Hauptbalken gehen nach den Diagonalen der Grundfigur durch, um mit den bis an die unteren Giebeldecken reichenden — die Mitte einer Raute bildenden — Sparren zwei feste vertikale Dreiecke zu bilden. Diese Hauptbalken liegen auf vier kürzeren, welche die Mitten der Seiten der Grundfigur verbinden, so daß die ersteren durch Sattelhölzer an den Enden so verstärkt sind, daß sie mit den kürzeren Balken auf den ringsum laufenden doppelten Mauerlatten aufgekämmt werden können.

In der Höhe der Giebelspitzen liegen ebenfalls zwei durchgehende Balken, jedoch parallel mit den Seiten der Grundfigur des Turmes. Sie dienen den vier Gratsparren, welche von den Giebelspitzen aufsteigen, als Basis und bilden mit diesen wieder zwei feste Dreiecke, welche sich mit den erstgenannten in der Achse des Turmes durchdringen. Fig. 4 zeigt einen Horizontalschnitt in der Höhe der Giebelspitzen.

Auf den ebengenannten Balken liegen, parallel zu den Diagonalen der Grundfigur, vier Pfetten, welche die langen Hauptsparren und die Schiftsparren der Dachseiten unterstützen. Diese Pfetten, welche in den Fig. 3a und 3b im Durchschnitt erscheinen, sind durch vier vertikale, auf den unteren Hauptbalken stehende Pfosten unterstützt, welche in der Mitte ihrer Höhe noch einmal durch Zangen mit den langen Hauptsparren verbunden sind und so auch diese stützen.

In der Mitte der Giebelfelder stehen vier vertikale Pfosten, auf welchen die Kehlbalken ruhen und gegen welche sich die Ortsparren anschiften. In Fig. 2, welche die Giebelfelder im Durchschnitt, das Holzgerüst der Turmspitze aber in der vorderen Ansicht zeigt, werden diese Pfosten und die erwähnten Ortsparren sichtbar. Auch ist aus dieser Figur ersichtlich, wie die rautenförmigen Dachflächen durch die langen Hauptsparren, die Grat- und Ortsparren gebildet werden, und wie sich die Schiftsparren an die Ort- und Gratsparren anschmiegen.

Um die von den langen Hauptsparren gebildeten großen Dreiecke nochmals zu teilen, gehen in der Höhe der Giebelspitzen horizontale Zangen von einem Sparren zum gegenüberliegenden, welche an die Hauptsparren angeblattet sind, aber in verschiedenen Höhen liegen, um ohne Schwächung sich kreuzen zu können. Diese Anordnung ist aus den Fig. 3a und 3b ersichtlich, welche zwei halbe, in eine Ebene ausgebreitete Diagonaldurchschnitte zeigen.

Die Spitze ist durch einen kurzen Kaiserstiel gebildet, welcher durch Zangen gehalten wird, die von den Grat- und Hauptsparren ausgehen. Auch diese vier Zangen liegen in verschiedenen Höhen, wie solches die Fig. 2 und 3 zeigen, und umschließen den Kaiserstiel schloßartig, wie dies aus der Horizontalprojektion in Fig. 6 hervorgeht.

In den unteren Winkelspitzen der Rautenfelder trifft jeder Hauptsparren mit zwei Ortsparren zusammen, und wie hier die Verbindung hergestellt ist, zeigt Fig. 3c in der äußeren, Fig. 8 in der inneren Ansicht und Fig. 7 in einer isometrischen Projektion, während Fig. 9 den zur Anwendung gekommenen Gabelbolzen darstellt. Fig. 10 zeigt endlich einen normalen Querschnitt eines der Ortsparren mit seiner Fase, welche in der rautenförmigen Dachfläche liegt.

Zeltdächer, aus nach beliebigen Linien geschweiften Dachflächen bestehend, wie die Fig. 3, 6, 8 und 20, Taf. 20, solche darstellen, sind nur über ganz regelmäßigen Grundfiguren anwendbar und gehören meistens dem Renaissance- und Rokokostil an.

Die Form mag nun sein, welche sie will, immer ist der Kern der Konstruktion eine gewöhnliche Pyramide, und

die geschwungenen und gebogenen Flächen werden durch krumm gearbeitete Hölzer, welche man auf den geraden Sparren der inneren Pyramide befestigt, dargestellt. Da die Dächer gewöhnlich nur klein sind, so ordnet man einen durch die ganze Höhe reichenden Kaiserstiel an und lehnt gegen diesen die nötige Anzahl gerader Gratsparren. Dieselben werden durch horizontale Zangen, die zugleich den Kaiserstiel umfassen, verbunden, und letztere geben, wenn man sie über die Gratsparren hinaus verlängert, Gelegenheit, die nötigen Dachpfetten auf ihnen zu befestigen, welche wiederum den geschweiften oder gebogenen Außensparren zur Stütze dienen. Die Dächer sind daher meistens Pfettendächer, und wenn die Seiten der Grundfigur so groß sind, daß die Pfetten zwischen den Gratsparren noch einer weiteren Unterstützung bedürfen, so werden auf den Mitten dieser Seiten ebenfalls gerade Bindersparren aufgestellt, die ebenfalls gegen den Kaiserstiel angeschiftet oder aber auch in Wechsel eingezapft werden können, die man in angemessener Höhe zwischen den Gratsparren anbringt. Hierüber möge ein Beispiel auf Taf. 62, Fig. 1—2, über die Konstruktion einer Turmhaube folgen.

Es dürfte zur Erläuterung der Figuren, da in den verschiedenen Projektionen gleiche Buchstaben auch gleiche Gegenstände bezeichnen, nichts weiter zu bemerken sein, als daß die geschweifte Form der Gratlinien auf dieselbe Weise durch Vergatterung gefunden wird, wie wir dies schon früher für die Gestalt der Gratsparren von Walmbohlendächern dargestellt haben.

Hierher dürften auch die sogenannten Dachreiter gehören, welche wir kurz erwähnen wollen, und von welchen wir bereits in den Fig. 3, 5, 7, Taf. 20, einige Beispiele dargestellt haben. Es kommt nämlich zuweilen vor, besonders bei Kirchen, Rathäusern u. s. w., daß man kleine Türme auf den Gebäuden anbringen will, die nicht von unten auf selbständige Gebäude bilden, sondern nur durch das Dach getragen werden oder, wie man sich wohl auch ausdrückt, darauf „reiten"; daher der Name. Diese in ihren Abmessungen immer kleinen Türme ragen mit ihren lotrechten Umfassungswänden aus der Hauptdachfläche heraus, und dieses bildet daher an jenen sogenannte Dachanstöße, deren Konstruktion wir bereits im ersten Teile kennen gelernt haben. Die Dächer der Türmchen sind meistens Zeltdächer, welche wir auch bereits kennen, so daß es also nur darauf ankommt, zu zeigen, wie das Türmchen, oder vielmehr seine Eckpfosten, mit der Dachkonstruktion verbunden werden müssen, um an letzterer eine Stütze zu finden. Sind die Dachbalken gehörig von unten durch Scheidewände u. s. w. unterstützt, so wird die Sache keine Schwierigkeit haben, und ist dies nicht der Fall, so wird man sich durch Hängwerke zu helfen suchen, deren spezielle Anordnung aber immer von den in jedem einzelnen Falle gegebenen Bedingungen abhängen wird.

Die in Fig. 3—6, Taf. 62, stellen in der Ansicht, Durchschnitt und den erforderlichen Grundrissen einen Dachreiter dar, wie er nicht selten ausgeführt wird. Derselbe besteht im wesentlichen aus vier Eckpfosten oder Hängsäulen, welche vom Dachgebälke bis zum Schwellenkranz reichen, auf welchem die Dachgiebel aufsitzen. Diese Hängsäulen sind durch Streben abgesprengt und mit dem Überzuge, beziehungsweise dem Dachgebälke, durch Hängeisen verbunden. Außerdem sind sie gegen Verschiebung durch Riegel und Andreaskreuze gesichert. Da man sich auf die Holzverbindungen allein bei solch kleinen Türmchen nicht verlassen kann, so ist die Anordnung von Klammern, Schrauben und Bändern sehr zu empfehlen.

§ 14.

Mansardendächer.

Wird das Satteldach auf zwei Dachflächen aufgebaut, deren Neigungswinkel nach innen gewöhnlich die des ersteren an Größe weit übertreffen, dann entsteht das Mansardendach, welches wir auf Seite 75 in Fig. 240 kennen gelernt haben.

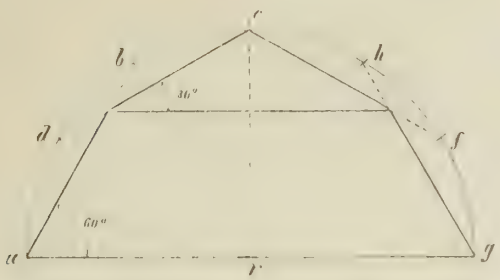
Die zulässige Höhe der Gebäude bis zum Hauptgesimse ist längst schon durch baupolizeiliche Verordnung bestimmt; um nun über demselben noch ein weiteres Stockwerk anordnen zu können, ohne mit der Bauordnung in Konflikt zu geraten, kam Mansard auf die Idee dieser Dachkonstruktion. Das Dach fand in Frankreich und Deutschland große Verbreitung, insbesondere auch bei Gebäuden, bei welchen der eben angegebene Grund zur Herstellung eines Mansardedaches nicht vorlag. Während dasselbe lange Zeit des großen Holzbedarfes und seiner schwerfälligen Erscheinung wegen außer Gebrauch gesetzt wurde, hat es in neuerer Zeit wieder von vielen Baumeistern Aufnahme gefunden, da es zur Anlage reicher Dachfenster in Stein oder Zink, zur Eindeckung mit verschiedenfarbigen Schiefern nach geometrischen Zeichnungen und endlich zur Ausschmückung mit gepreßten Zinkarbeiten in Form von Gesimsen und Ornamenten sich sehr gut eignet.

In konstruktiver Beziehung dürfte die Anordnung eines massiven niedrigen Stockwerkes, der größeren Solidität und Feuersicherheit wegen, der Mansarden-Etage vorzuziehen sein. Auch möchte ein Vergleich der Baukosten nicht erheblich zu Ungunsten des Massivbaues ausfallen.

Was die Form des Mansardendaches betrifft, zu deren Bestimmung in der Regel der über der Tiefe des Daches beschriebene Halbkreis diente, so ist in statischer Beziehung wohl diejenige vorzuziehen, bei welcher die Sparren eines Gebindes ohne weitere Verbindung in den Kreuzungspunkten

sich gegenseitig im Gleichgewicht erhalten. Dieser Bedingung entspricht die Konstruktion Fig. 425, welche dadurch erhalten wird, daß man den Radius a r von a nach b, von g nach h, von c nach d und f abträgt oder den Halbkreis in sechs gleiche Teile teilt, die Linien a b, c d u. s. w.

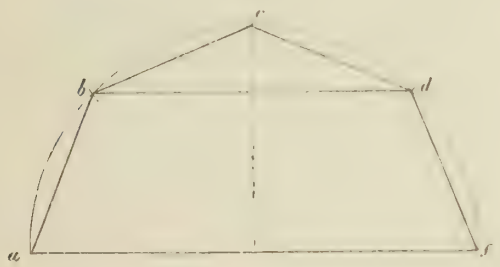
Fig. 425.



zieht, wodurch sich die Dachform ergiebt. Dabei werden die unteren Dachflächen 60°, die oberen 30° gegen den Horizont geneigt.

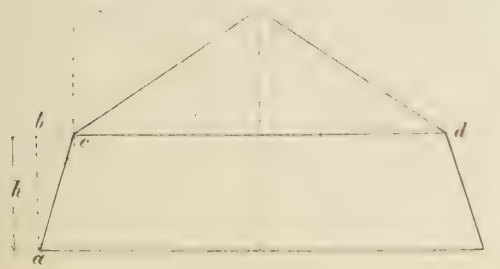
Eine andere Konstruktion, Fig. 426, besteht darin, daß man den Halbkreis in vier gleiche Teile a b, b c u. s. w. teilt, um die Dachform zu erhalten.

Fig. 426.



Endlich zeigt Fig. 427 eine zweckmäßigere, vom Halbkreis unabhängige Konstruktion der Dachform von Gilly, wonach die Höhe a b = h des Mansardenstockes angenommen

Fig. 427.



wird. Teilt man h in drei gleiche Teile und trägt davon einen Teil von b nach c, so ist in a c die Richtung der unteren Dachfläche a c festgestellt; um die der oberen zu erhalten, wird der Kehlbalken c d in drei gleiche Teile geteilt und ein Teil als Dachhöhe angenommen. Das so erhaltene Dritteldach kann mit Ziegeln eingedeckt werden, wodurch aber das Mansardendach auch ein schwerfälliges Ansehen erhält, welches dadurch gemildert wird, daß man den oberen Dachflächen eine geringere Höhe giebt und sie mit Schiefer oder Metall eindeckt.

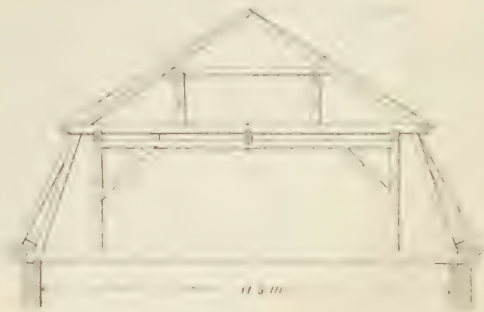
Was die Konstruktion des älteren Mansardendaches betrifft, so wurde dies nicht als Pfettendach, sondern stets als Kehlbalkendach ausgeführt, wobei besonders der liegende Dachstuhl zur Anwendung kam, obschon auch der stehende angewendet werden kann. Den oberen Teil könnte man nun sehr wohl als Pfettendach konstruieren, doch ist hier fast immer der stehende Dachstuhl und ein zweites Kehlgebälk angebracht.

Fig. 428 zeigt eine sehr häufig ausgeführte Konstruktion eines Mansardendaches mit liegendem Stuhle und

Fig. 428.

Kehlgebälk, während die oberen Sparren durch ein zweites Kehlgebälk abgesteift sind. Den unteren Kehlbalken ließ man über die Sparren so weit hervortreten, das unter dem Vorsprunge das Deckmaterial nebst Unterlage Platz fand,

Fig. 429.



um an dieser Stelle das Einregnen zu verhindern. Die Kehlbalken sind mit Zapfen versehen und tragen ein gefehltes Gesimsholz, welches die Balkenfache schließt und den Zusammenstoß beider Dachflächen vermittelt. Aufschieblinge oder Leisten sind nicht wohl zu vermeiden und sind gewöhnlich so lang, wie die Sparren selbst.

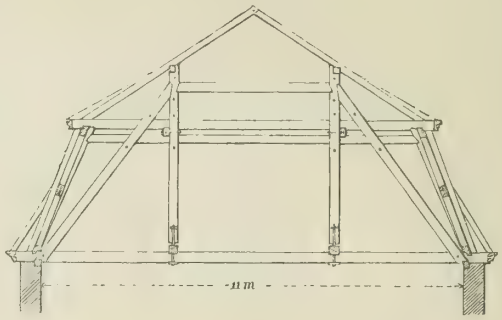
Wendet man, wie in Fig. 429, den stehenden Dachstuhl für den unteren Dachteil an, so wird bei einigermaßen

tiefen Gebäuden noch eine mittlere Pfette zur Unterstützung der Kehlbalken nötig, und wenn man den freien Dachraum durch Anordnung eines mittleren Stuhlpfostens nicht beengen will, so bringt man zwischen den äußeren Stuhlpfosten eine Art Spannriegel an, der von diesen aus durch Kopfbüge unterstützt wird und seinerseits den Unterzug für die Kehlbalken trägt. Konstruiert man aber den oberen Dachteil als Pfettendach und benützt dabei die Hauptsparren desselben als Streben eines Hängwerkes, so läßt sich die Unterstützung der Kehlbalken durch letzteres ebenfalls bewirken. Die Dachform des Dachstuhles Fig. 428 wurde nach der in Fig. 425 angedeuteten Konstruktion, die der Fig. 429 nach der Gilly'schen, Fig. 427, bestimmt.

Eine neuere Konstruktion eines Mansardendaches nebst detaillirten Zeichnungen für die Dachfenster ist auf Taf. 25 in den Fig. 1—9 dargestellt; es ist dies die Dachkonstruktion des in der Wiener Allgem. Bauzeitung, Jahrg. 1882, publizirten, vom Verfasser erbauten Kaufmann Model'schen Hauses in Karlsruhe. Da das Gebäude bis zum Hauptgesims eine Höhe von 17,5 m hat, so war in anbetracht der ästhetischen Verhältnisse der Fassaden, sowie des Umstandes, daß gerade die lange Fassade sich gegen eine nicht sehr breite Straße wendet, die Anlage eines Mansardendaches geboten, wenn dem Verlangen des Bauherrn, eine weitere Etage der besseren Rentabilität des Hauses wegen anzuordnen, entsprochen werden sollte. Das Dach sitzt nach der Straßenseite auf einer Kniewand, welche nach der Hofseite fehlt. Der Mansardenstock hat 3 m Höhe und das Satteldach darüber, mit zwei Mittelpfetten und liegendem Dachstuhle, ist aus dem Grunde höher, als für Schiefereindeckung nötig war, angeordnet, um daselbst Schlafräume für Dienstboten einrichten zu können. Der Druck der Dachbinder wird stets durch Querwände aufgenommen, deren stehende und liegende Pfosten oben in die Binderkehlbalken eingezapft sind, während die übrigen Kehlbalken durch die äußeren Wände und Gangwände getragen werden. Die nach der Straße gerichteten Fenstergestelle sind aus Hausteinen ausgeführt und in Fig. 2 in der Ansicht, in Fig. 3 im Durchschnitt, in Fig. 4 in der inneren Ansicht und diese in Fig. 5 mit der Verkleidung gezeichnet; dagegen sind die nach dem Hofe gelegenen, aus Holz konstruirten Fenstergestelle in Fig. 6—9 dargestellt.

Nicht allein über unterstützten Balkenlagen hat man früher Mansardendächer konstruiert, wie wir aus den Fig. 428 und 429 gesehen haben, sondern, wie es den Anschein hat, nur der Konsequenz wegen auch über solchen, die teilweise durch den Dachstuhl zu tragen waren, wodurch diese Dächer auch mit Hängwerken zur Ausführung kamen. Ein in Fig. 430 dargestelltes Beispiel einer derartigen holzreichen Konstruktion möge genügen. Dabei sind zu beiden Seiten der Verbandstücke des eigentlichen Dachbinders doppelte Hängböcke angenommen, welche einen derart breiten Binderbalken bedingen, daß noch eine jede der doppelten Streben des Hängwerkes mit einem versatzten Blattzapfen in denselben eingreifen kann.

Fig. 430.



Über große freie Räume ein Mansardendach zu konstruieren, dürfte vom heutigen Konstrukteur wohl nicht mehr in Vorschlag gebracht werden.

§ 15.

Kuppeldächer.

Schon an den auf Seite 75—76 dargestellten Zeichnungen haben wir gesehen, daß Kuppeldächer eine reguläre vielseitige oder kreisrunde Grundfigur haben. Das Kuppeldach über einem regelmäßigen Polygon kann als Zeltdach mit stetig gekrümmten Dachflächen angesehen werden. Als Ergänzungslinie der verschiedenen Kuppelformen wurde nicht nur der Halbkreis, sondern auch der Spitzbogen und die Ellipse gewählt. Die Kreisform giebt der Kuppel nicht allein ein gedrücktes Ansehen, sondern erschwert auch das dichte Eindecken derselben am Scheitel, wo sie übrigens selten geschlossen ist, sondern meistens eine Öffnung, die sogenannte Laterne hat.

Man unterscheidet äußere und innere Kuppeln, von welchen die ersten als Dach, die letzten als Decke dienen, Fig. 431 und 432. Die äußere Kuppel kann auch als Schutzkuppel der inneren gelten, insbesondere, wenn letztere reich dekorirt ist. Soll die innere Kuppel von hoher Dauer sein, dann wird sie als eigentliches Gewölbe ausgeführt, wovon die Taf. 63 und 65 Beispiele zeigen.

Die Holzkuppeln werden entweder aus ganzem Holze oder auch mit Hilfe von Bohlensparren konstruiert und letztere Konstruktionsweise besitzt gegen die erste besondere Vorzüge. Sie wird in den meisten Fällen viel leichtere Dächer geben, weniger Holz erfordern und auch wohlfeiler sein. Die Bohlenkonstruktion giebt die gewölbte Form der Kuppel unmittelbar, während man im andern Falle gezwungen ist, erst geradlinige oder gebrochene Gespärre aufzustellen und an diesen die krumm bearbeiteten Hölzer zu

befestigen, ähnlich wie bei den Helmdächern oder Turmhauben.

Betrachten wir zunächst die aus Bohlen konstruierte einfache Kuppel, welche Dach und Decke zugleich bildet, wie eine solche an der katholischen Kirche in Darmstadt von 33,5 m Durchmesser von Moller erbaut und auf Taf. 64 abgebildet ist.

Unter der Voraussetzung, daß man sich die verschiedenen Bewegungen der Konstruktionsteile einzeln denkt, welche das Gebäude im Falle eines Einsturzes machen könnte, und für jede derselben eine Gegenkraft ausmittelt, begründet Moller seine Kuppelkonstruktion wie folgt:

1) Die Biegung der Sparren nach außen. — Diese wird verhindert durch die Ringe oder Gurtbänder b, b, Fig. 2—4, welche von jungem, gerissenem Eichenholze 10 cm hoch, 2,5 cm dick gemacht sind und die Kuppel auf ähnliche Weise umgeben, wie die Reifen ein Faß.

2) Das Ablösen der einzelnen Bohlen, aus denen der Sparren besteht, von einander, ist zwar zuerst und bis zum Aufschlagen der Kuppel durch Nägel, dann aber wirksamer durch die Kette dd, Fig. 2—4, verhütet, welche aus trockenem Eichenholze gefertigt und von denen die einfachen 2,5 cm dick, die doppelten an den Stoßfugen der Bohlen 1,25 cm dick, beide aber 5,13 cm breit sind.

3) Die Seitenbiegung der Sparren wird durch die Gurtbänder b b, sowie durch die Querriegel c c verhindert. Letztere haben außerdem den Zweck, beim Aufstellen der Bohlensparren, ehe die Gurtbänder b b angelegt werden, den Sparren die gehörige Stellung zu geben.

4) Um die horizontale Verschiebung der Kuppel zu verhindern, ist die Pfette g, Fig. 2, auf welcher die Sparren des Seitendaches ruhen, aus zwei aufeinander liegenden Hölzern zusammengesetzt, welche einen festen und unverschieblichen Ring bilden und durch die schief stehenden Pfosten h unterstützt werden. Diese „Ringpfette" ist besonders während des Aufschlagens der Kuppel, und ehe dieselbe geschlossen ist, sehr geeignet, die Genauigkeit der Kreisform zu sichern.

5) Das Aufspalten der einzelnen Bohlen, aus denen die Sparren der Kuppel bestehen, wird dadurch verhindert, daß unmittelbar an den Keilen d 50 cm lange Schrauben e e, Fig. 3, von rundem, 1 cm starkem, gezogenem Eisendrahte angebracht sind, welche die inneren und äußeren Gurtbänder verbinden und so die dazwischen liegenden Bohlensparren zusammenpressen.

6) Die gefährlichste Bewegung der Bohlensparren würde das ungleiche Setzen oder Senken derselben sein. Da dieselben aus vielen einzelnen und kurzen Stücken bestehen, so ist es, auch bei der sorgfältigsten Bearbeitung, nicht zu erreichen, daß die Stoßfugen alle mit gleicher Genauigkeit schließen. Bei der großen Länge der Sparren und bei der Menge der Fugen ist es also möglich, daß die Sparren sich etwas setzen werden. Dieses Setzen würde aber, wenn es ungleich stattfände, sehr nachteilig werden.

Um diese Nachteile der Ungleichheit des Senkens zu vermeiden, sind die Gurtbänder b b mit ihrer halben Holzdicke in die Sparren eingelassen, dergestalt, daß sie mit der hohen Seite tragen. Jede Senkung der einzelnen Sparren kann auf diese Art nur bis auf das nächste Gurtband wirken und teilt sich durch dieses den übrigen Sparren mit, kann aber weder nach oben, noch nach unten fortwirken, sondern bleibt zwischen den nächsten oberen und unteren horizontalen Gurtbändern eingeschlossen. Da nun diese Gurten ca. 1,75 m voneinander entfernt sind, so kann man sich die große Kuppel als aus lauter aufeinander liegenden Kegelstücken, jedes von 1,75 m Höhe, denken.*)

Die Hauptbogenrippen, welche bis zum Oberlichtkranz von 7,5 m Durchmesser greifen, bestehen an der unteren Hälfte aus 5, an der oberen aus 3 Brettstärken, während die etwa nur $^2/_3$ so langen Zwischensparren aus 3 Bohlenlagen konstruiert sind, Fig. 1. Die Bohlensparren oder Bohlenrippen bestehen aus ca. 38 cm breiten, 5 cm dicken und 1,6 m langen Bohlenstücken.

Wir hätten es jedoch für zweckmäßiger gehalten, die Sparren der Kuppel anstatt aus 3 und 5 Brettlagen beziehentlich nur aus 2 und 3 stärkeren Brettschichten zu bilden, und daß an den Stößen der einzelnen Bohlenstücke tüchtige Holzschrauben oder leichte Schraubenbolzen statt der Nägel zu verwenden sein dürften. Denn die Keile d d sichern die Sparren wohl gegen ein seitwärtiges Ausweichen, daß sie aber das Trennen der einzelnen Bohlenlagen voneinander kräftig verhüten, müssen wir bezweifeln.

Die oben ad 4 gegen eine horizontale Verschiebung der Kuppel erwähnten Sicherheitsmaßregeln lassen sich nur in dem sehr günstigen Falle, daß die Kuppel mit einem sich anlehnenden Pultdache umgeben ist, auf die angegebene Art anbringen, im andern Falle wird man darauf verzichten müssen. Die Gefahr einer solchen Verschiebung dürfte indessen auch nicht groß sein, denn sie könnte wohl

*) Moller, Beiträge zur Lehre von den Baukonstruktionen.

nur in einer schraubenförmigen Bewegung der Kuppel bestehen, der durch die sehr wirksame Verriegelung der Sparren kräftig entgegengearbeitet wird.

Auch das untere Auflager der Bohlensparren, die ringförmige Schwelle i i, hat nicht oft eine so günstige Lage, wie in dem vorliegenden Falle, in welchem das ihr zur unmittelbaren Unterlage dienende Stichgebälk, welches durch die äußere Umfangsmauer und durch die innere Säulenstellung gestützt wird, durch einen Kranz von Andreaskreuzen unverschieblich gemacht ist, Fig. 1, Taf. 64. Nur wenn außer der Umfangsmauer noch eine weitere Unterstützung im Innern vorhanden ist, wird eine derartige Anordnung möglich. Im andern Falle wird man sich begnügen müssen, eine möglichst breite, ringförmige Schwelle unmittelbar auf der Umfangsmauer zu lagern und mit dieser durch 1 bis 1,5 m lange, eingemauerte, eiserne Anker in Entfernungen von 1,5—2 m zu verbinden. Daß dergleichen Kuppeln, ohne durchgehende Dachbalken, auf die Umfangsmauern einen Horizontalschub ausüben, können wir nach dem über diesen Gegenstand früher Gesagten nicht bezweifeln, und es ist daher von Wichtigkeit, die Sparrenschwelle als einen möglichst festen Ring zu konstruieren. Denn wenn der Horizontalschub der Sparren im ganzen Umfange derselbe ist, was wir wohl voraussetzen dürfen, so hebt die Festigkeit dieses Ringes die Wirkungen desselben auf. Bei großen Abmessungen der Kuppeln wird man diesen Ring vielleicht aus zwei hintereinander liegenden, krummgewachsenen Hölzern konstruieren können und dann auch hinlängliche Festigkeit erreichen. Ist aber der Kuppeldurchmesser kleiner, oder sind keine krummgewachsenen Hölzer zu haben, so konstruiert man den Ring aus Bohlen, ähnlich wie die Sparren. Da es indessen hierbei hauptsächlich auf die absolute Festigkeit des Ringes ankommt, so dürfte es wohl zweckmäßiger sein, denselben nach Art der Emy'schen Bohlenbögen aus hochkantig hintereinander gestellten, möglichst langen Dielen zu konstruieren und die äußere Dielenlage von Eichenholz zu nehmen. Ein solcher Ring, gehörig durch Bolzen und Bänder armiert, muß eine größere Festigkeit dem Zerreißen entgegensetzen, als ein auf die gewöhnliche Art, mit horizontalen, auf ihren breiten Seiten liegenden Dielen konstruierter.

Im oberen Teile der Kuppel lehnen sich die Sparren ebenfalls gegen einen horizontalen Ring, der aber mit rückwirkender Festigkeit zu widerstehen hat und daher aus liegenden Dielen gebildet werden muß. Die Sparren klauen auf und gegen diese Ringe und sind mit ihrer Breite etwas in dieselben eingelassen, um ihre Stellung in horizontaler Beziehung zu sichern.

Alles übrige der in Rede stehenden Konstruktion geht aus den auf Taf. 64 dargestellten Figuren so deutlich hervor, daß wir keine weitere Erläuterung zu geben brauchen; nur wollen wir noch das erwähnen, was Moller über die für die Dauerhaftigkeit der Konstruktion getroffenen Maßregeln anführt.

Er sagt: „Die Schwellen i i, Fig. 2, auf denen die Bohlensparren ruhen, sind von Eichenholz; die letzteren stehen mit ihren Füßen nicht in einem Zapfenloche, worin sich Regenwasser sammeln könnte, sondern in einer nach innen offenen und etwas abhängigen Vertiefung. Das Gebälk, welches die Schwellen trägt, hat Zuglöcher, so daß es, wenn es auch einmal naß werden sollte, schnell trocknen kann. Zwischen den Köpfen der Sparren, zunächst der oberen Laterne, sind (in dem oberen Ringe) Zuglöcher in Form von durchbrochenen Rosetten angebracht; da nun unter den Seitendächern die äußere Seite der Kuppel nicht verschalt ist, so entsteht natürlich zwischen den Bohlensparren, deren Zwischenräume den Rauchröhren ähnliche, weite Kanäle bilden, ein beständiger Zugwind, welcher die Oberfläche des Holzwerks bestreicht und zu seiner Erhaltung wesentlich beitragen muß."

Diese Vorsichtsmaßregeln sind gewiß zweckmäßig, und besonders ist auf die Herstellung eines guten Luftzuges zwischen der äußeren und inneren Verschalung große Sorgfalt zu verwenden. Es wird sich übrigens ein solcher doch immer anordnen lassen, wenn auch kein Nebendach mit der Kuppel verbunden sein sollte, wenn man nur durch passende Öffnungen (nötigen Falles durch kleine metallene Kappfenster) die äußere Luft mit der im Gebäude durch den Zwischenraum zwischen beiden Verschalungen in Verbindung zu setzen sucht.

Ein Kuppeldach von 12 m Weite über einer gewölbten Steinkuppel, wie es in neuerer Zeit in ähnlicher Größe nicht selten ausgeführt worden ist, zeigt Taf. 63 in Fig. 1—3. Die Konstruktion ist sehr einfach und besteht aus langen und kurzen Bohlensparren, von denen erstere unten in den Schwellenkranz und oben in den Laternenkranz sich einsetzen, während letztere oben an den dritten Verspannungsring der Sparren sich anschließen. Die Sparren bestehen aus zwei Brettlagen von 25 cm Breite und zusammen 8 cm Dicke. Die in Entfernungen von ca. 2 m angelegten 3 Verspannungsringe sind des geringeren Werfens wegen aus doppelten Brettern von zusammen 6 cm Stärke gebildet, welche, um die Sparren nicht zu schwächen, zwischen diese nach Fig. 3 eingeschoben sind.

Die Schwelle ist in den Gesimsplattenkranz eingesetzt. Befürchtet man, durch unexakte Ausführung oder außergewöhnlichen Winddruck veranlaßt, Verschiebungen der Schwelle, so können zu deren Verhinderung entweder in Entfernungen von 3 m Anker angebracht oder die Gesimsplatten durch Einlaßklammern zu einem festen unverschieblichen Steinkranz verbunden werden.

Übrigens läßt sich der Kuppelfuß, welcher hier mit

Zink verkleidet angenommen ist, mit 2—3 Ringen starker Schalbretter in einer Weise umgürten, daß die Schwelle zur Verschiebung keine Veranlassung erhält, wozu außerdem eine Gurte von einer Dielenbreite und ca. 3—4 cm Stärke, am Fuße der Kuppel im Innern angebracht, wesentlich beitragen wird.

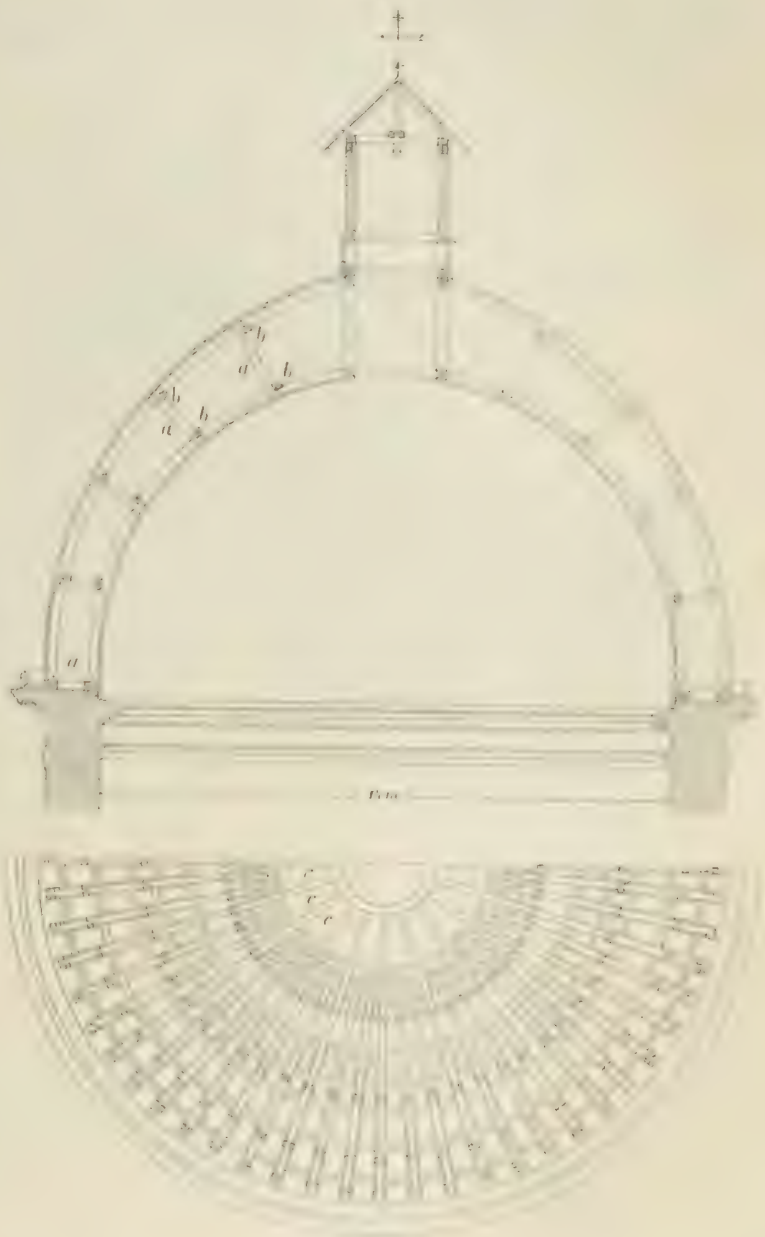
Für die Einschaltung der Kuppel behufs der Eindeckung mit Zink sind recht schmale Dielen, sogenannte Riemen, von ca. 12 cm Breite zu empfehlen, wovon einzelne durch solidere Befestigung auf den Sparren mittels großer Nägel oder besser Schrauben als Kuppelgürtel betrachtet werden können und der horizontalen Bewegung der Sparren nach außen größeren Widerstand leisten, wie die in gewöhnlicher Weise befestigten Schalbretter.

Als Beispiel einer einfachen Kuppel aus geraden kantigen Hölzern lassen wir auf Taf. 65 die von Schinkel entworfene, aber nicht zur Ausführung gelangte Kuppel über der Nikolaikirche in Potsdam folgen. Die ausgeführte Kuppel besteht aus Gußeisen und ist im III. Bande dieses Werkes auf den Taf. 22 bis 23 abgebildet.

Die Kuppel auf Taf. 65 bildet das Dach über einer gewölbten Steinkuppel und trägt einen turmartigen Aufsatz. In der halben Höhe der Kuppel etwa sind zwei sich kreuzende doppelte Kehlbalken durchgelegt, auf denen die Hauptpfosten des erwähnten Aufsatzes und die durch die ganze Höhe des letzteren reichende Helmstange ruhen. Zwei auf diesen Kehlbalken aufgestellte doppelte Hängböcke übertragen die Last des Aufsatzes, dessen Hauptpfosten als Hängsäulen auftreten, nach den Enden der Kehlbalken, wo sie von liegenden Stuhlpfosten aufgenommen wird, die auf der Hintermauerung der Kuppel stehen. Letztere sind doppelt und tragen eine ringförmige Pfette, welche die übrigen Kehlstichbalken am inneren Ende unterstützt, am äußeren Ende liegen diese auf einer mit ersterer konzentrischen Pfette, die wieder durch doppelte Stuhlsäulen getragen wird, die auf der Schwelle stehen, welche auf einem Absatze der ringförmigen Umfangsmauer ruht. Auf dieser Schwelle, und von der doppelten Reihe centrisch gestellter Stuhlpfosten umfaßt, liegen zwei Stichgebälke übereinander und fassen zwei ringförmige Pfetten zwischen sich, von denen die innere an der äußeren Seite der längeren Stuhlpfosten liegt, die äußere aber mit ihrer Außenfläche in den Umfang der Kuppel fällt. Die oberen der zuletzt genannten Stichbalken nehmen zugleich die gekrümmten Sparren auf.

Zwischen diesem Stichgebälke und den Stuhlpfetten sind die Sparren noch einmal durch horizontale Riegel

Fig. 431.

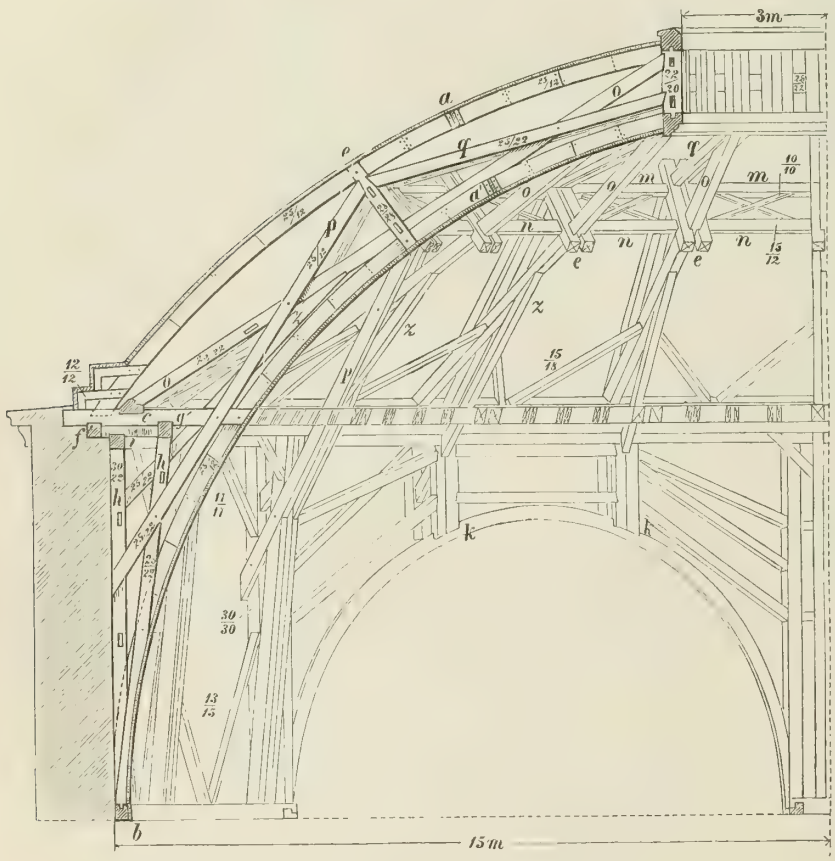


unterstützt, welche von den zwei Reihen doppelter Stuhlsäulen getragen werden. Über dem Kehlgebälk ist noch ein zweiter Kranz von liegenden Stuhlsäulen aufgestellt, die aber einfach und auf den unteren Kehlbalken eingezapft sind. Die Stuhlpfette dieser Säulen trägt abermals ein Stichgebälk zur Unterstützung der Sparren, deren innere

Enden auf einer zweiten Pfette ruhen, welche auf den Streben der Hängwerke mittels Knaggen befestigt ist. Am oberen Ende klauen die gekrümmten Sparren gegen eine Schlußpfette, welche auf der bis hierher reichenden Verdoppelung der Hauptpfosten des Türmchens liegt.

Alles übrige dürfte aus den Zeichnungen deutlich hervorgehen. Die äußere Bekleidung des Türmchens ist aus Metall gedacht.

Fig. 432.



Vergleicht man diese Konstruktion mit den bisherigen, so wird man sich zu gunsten der Bohlenkonstruktion entscheiden müssen, indem diese bei weitem einfacher und nicht minder fest erscheint, während sie durch ein ungleich geringeres Gewicht das Gebäude weniger belastet. Nur wenn man beabsichtigt hätte, durch das bedeutende Gewicht der eben besprochenen Konstruktion die Mauern absichtlich zu belasten, um der inneren gemauerten Kuppel mehr Widerstand zu verschaffen, würde die Anordnung Vorteile gewähren; doch ist dabei nicht zu vergessen, daß die schräg gestellten Stuhlsäulen jedenfalls auch einen Horizontalschub äußern, welcher der Stabilität der Mauern gerade nicht zum Vorteil gereicht. Vergleicht man die Kosten, so wird der Vorteil größerer Wohlfeilheit ohne Zweifel auf seiten der Bohlenkonstruktion sein.

Eine einfache Kuppelkonstruktion, wie wir sie auf Taf. 64 kennen gelernt haben, die zugleich die innere Decke und das Dach bildet, ist immerhin zu tadeln, besonders wenn erstere reich verziert und gemalt ist. Die Eindeckung einer Kuppel ist nämlich, wenn sie nicht etwa aus Kupfer besteht, sehr schwer so herzustellen, daß nicht, wenn auch erst nach einiger Zeit, Einwehungen von Regen und Schnee stattfinden, die dann den inneren Verzierungen leicht gefährlich werden können; auch sind die doch immer vorkommenden Reparaturen an der Eindeckung in diesem Falle nur von außen an der Kuppel vorzunehmen, von wo aus sowohl die Ausführung unbequem, als auch die Wahrnehmung der Beschädigungen schwierig ist.

Es ist daher für die Konservirung des Gebäudes gewiß gerechtfertigt, zwei Kuppeln übereinander anzuordnen, so daß man den Zwischenraum begehen kann, um alle notwendigen Reparaturen an der äußeren Kuppel zeitig zu entdecken. Wegen der immer größeren Peripherie der äußeren Kuppel wird man dieser eine größere Anzahl Sparren geben müssen; und es ist dann am besten, diese Anzahl doppelt so groß zu nehmen, als bei der inneren Kuppel, so daß abwechselnd ein äußerer Sparren mit einem inneren in einerlei lotrechter Ebene liegt. Diese Sparren sind dann durch doppelte Zangen in normaler Richtung miteinander zu verbinden, wodurch das Ganze eine große Festigkeit erhält.

Ist keine besondere Unterstützung für die innere Kuppel vorhanden, sondern nur eine Umfangsmauer, so bleibt nichts anderes übrig, als die innere Kuppel auf einen Absatz dieser Mauer zu stellen, diese Mauer dann noch angemessen höher zu führen und die äußere Kuppel auf den höher geführten Mauerteil zu lagern, so daß durch die excentrische Stellung beider Kuppeln der nötige Zwischenraum gebildet wird. Bei einer solchen Anordnung erscheint es angemessen, die Schwelle der äußeren Kuppel auf ein Stichgebälk zu legen, dessen Balken die Sparren der inneren Kuppel zangenartig umfassen.

Eine Doppelkuppel mit Laterne ist in Fig. 431 abgebildet. Die Kuppeldecke hat 14 m, das oben ansteigende Kuppeldach — die Schutzkuppel — 16,5 m und die Laterne ca. 2,30 m Durchmesser. Beide Kuppeln sind aus Bohlensparren konstruiert, die senkrecht übereinander an-

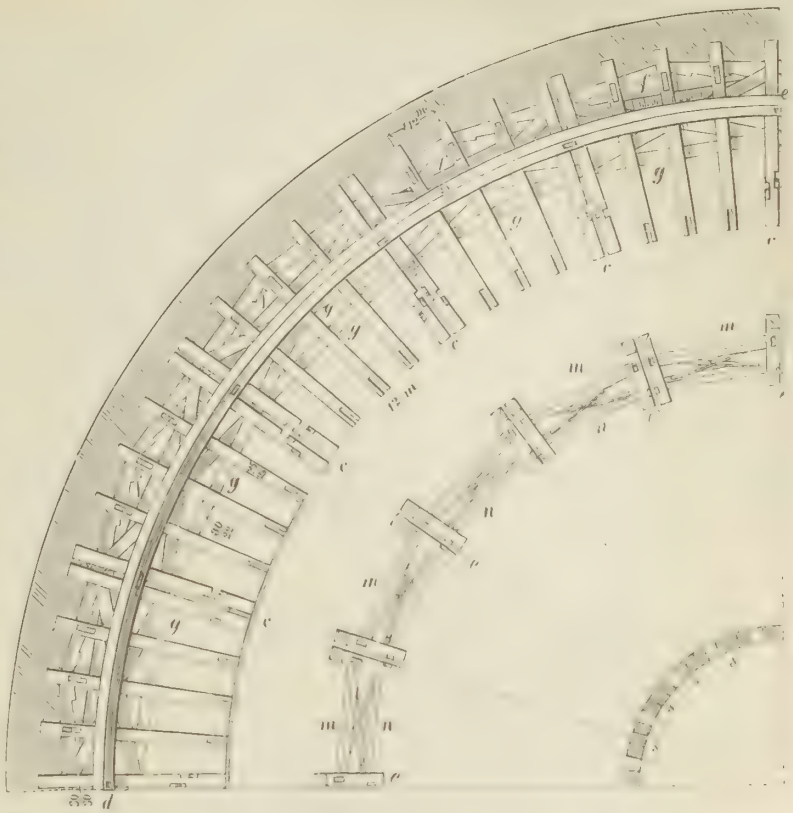
geordnet sind, um sie durch mehrfache doppelte Riegel oder Zangen a a verbinden und absteifen zu können. Denn mittels dieser am Fuße der Sparren beginnenden Zangen werden die übereinander liegenden Bohlensparren gewissermassen zu ansteigenden bogenförmigen Gitterträgern formirt, wodurch ihre Tragfähigkeit außerordentlich gewinnt, die außerdem noch durch die kreisförmigen Gurtbänder b b wesentlich erhöht wird. Die Sparren sind in zwei auf der Mauer liegenden und mit ihr verankerten eichenen Bohlenkränze eingesetzt, woselbst sie in Entfernungen von ca. 1 m aufgestellt werden. Nur ein Teil der Sparren, die Hauptgebinde c c, tragen die Laterne, indem sie sich in die Bohlenkränze derselben einklauen, während die beiden Leergebinde, die sich zwischen je zwei Hauptgebinden befinden, bei den obersten Gurtbändern b b enden.

Als Beispiel der Konstruktion einer Doppelkuppel von 30 m Durchmesser lassen wir in Fig. 432—434 die Zeichnungen der Kuppel der katholischen Kirche in Karlsruhe folgen, welche von Weinbrenner im ersten Decennium dieses Jahrhunderts begonnen wurde.

Beide Kuppeln sind aus einer gleichen Anzahl senkrecht übereinander liegender Bohlensparren von 25 cm Höhe und 12 cm Breite, konstruirt. Sie bestehen aus drei Lagen Dielen von je 4 cm Stärke. Die Hälfte der äußeren und inneren Sparren behält seine volle Stärke bis zu den Oberlichtkränzen, in welche sie eingelassen sind; die andere Hälfte dagegen endet bei a und a', Fig. 432, an den zwischen je zwei durchgehenden Sparren eingesetzten Riegeln, welche die Kränze b c und f g, Fig. 434, im Grundriß bilden. Zur Verspannung dieser Riegel gegen die in ihrer Mitte endenden dreidieligen Bohlensparren sind letztere durch einfache 4 cm starke Bogen bis zu den Oberlichtkränzen verlängert. Die unverschiebbare Schwelle b, Fig. 432, nimmt die inneren und das kurze radial angelegte Gebälk die äußeren Bohlensparren auf.

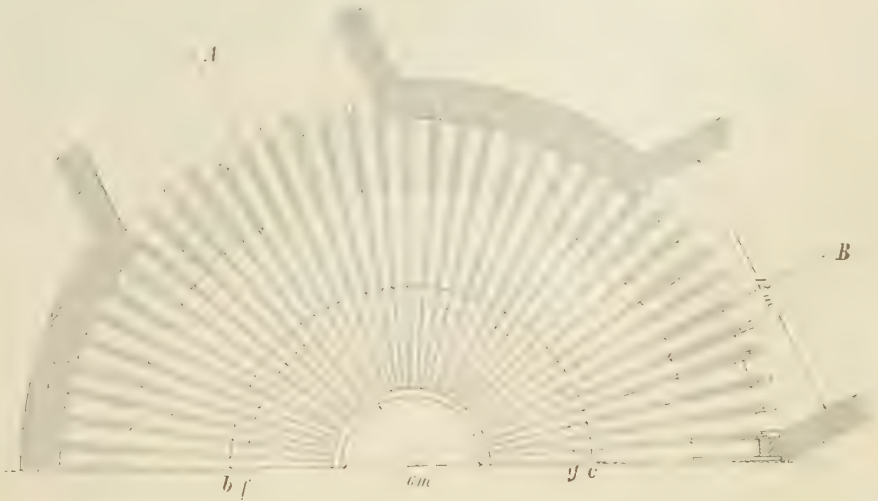
An den Stellen der Dachbinder c c, Fig. 433, findet eine Verdoppelung der Balken statt; dieselben haben am äußeren Ende eine Entfernung von 1,12 m von Mitte zu Mitte voneinander. Das innere Ende ist für die Fassung der inneren Bohlensparren ausgeschert.

Fig. 433.



Von der festen unverschiebbaren Lage dieses Gebälkes hängt aber die Sicherstellung der äußeren Sparren, sowie

Fig. 434.



die der ringförmigen Schwelle c, Fig. 432, und d e, Fig. 433, ab, in welche die Hauptstreben des Dachbinders

eingesetzt sind. Dies wird erreicht mittels Aufkämmen der Balken auf eine feste Unterlage, bestehend aus polygonal aneinander gereihten verzahnten Balken f f und der sich überblattenden liegenden Bänder g g, Fig. 533, und f' g', Fig. 432, welche in die verzahnten Balken eingelassen sind und sie zu einem festen Kranze verbinden. Zur Unterstützung dieser Balkenunterlage dienen die senkrechten und schrägen Pfosten h h, welche an den Stellen der Binder aufgerichtet sind, sowie der Pfettenkranz i. Zur Feststellung der Pfosten sind Kopf- und Fußbüge angebracht.

Von den 20 bis zum Oberlichtschachte ziehenden Bindern reichen nur 12 bis zur Schwelle b, Fig. 432, herab, was seinen Grund darin hat, daß die Kuppel in der Richtung zweier senkrecht aufeinander stehenden Achsen von 4 großen Nischen von 12 m Weite unterbrochen ist, Fig. 432 und 434. In einer dieser Nischen über dem Haupteingange befindet sich die Orgelempore; in der auf gleicher Achse entgegengesetzten der Altar und in den beiden, an denen die Seiteneingänge liegen, die Emporen. Durch diese Nischen veranlaßt, mußten teilweise die Gewichte der übrigen 8 Binder wie k k, Fig. 432, auf die benachbarten Binder abgesprengt werden.

Die Zangen e e, Fig. 432 und 433, fassen die Bindersparren der beiden Kuppeln, während die äußeren Leersparren auf die Riegel m m aufgelegt und die inneren an die Riegel n n angehängt sind. Somit haben die äußeren Bohlensparren außer den Endpunkten eine einmalige, die inneren längeren eine zweimalige Zwischenunterstützung. Die Zangen e e sind mittels der Hauptstreben o o und der sie übergreifenden doppelten Strebebänder p p und q q abgesprengt; zur Absteifung der Hauptstreben o o dienen die Strebenbüge r r.

In die beiden Oberlichtkränze zapfen sich Pfosten s s, Fig. 433, ein, in welche die Binderstreben versatzt sind. Zur Verspannung dieser Pfosten hat man oben und unten kurze keilförmige Riegel eingesetzt.

Bei der im Jahre 1882 stattgefundenen durchgreifenden Restauration der Kirche durch den Architekten Kerler wurde die ursprüngliche glatte innere Kuppelfläche durch eine kassettirte ersetzt und die Schiefer am unteren steilen Teil der Dachkuppel entfernt und daselbst ebenfalls mit Kupferblech eingedeckt, mit welchem schon der obere flache Teil der Kuppelfläche eingedeckt war. Weinbrenner hat hier eine einfache und tüchtige Kuppelkonstruktion geliefert, welche nach ca. 70jähriger Dauer sich noch in gutem Stande befindet.

Schließlich sei bemerkt, daß die Hauptachsen A und B des Grundrisses Fig. 434 deshalb hier in eine schräge Lage gebracht sind, weil diese der Projektion des Durchschnittes Fig. 432 entspricht.

§ 16.

Windschiefe Dächer.

Obschon dieselben selten vorkommen und man ihre Ausführung möglichst zu vermeiden sucht, so muß ihre Konstruktion dem Architekten doch bekannt sein, weshalb sie hier besprochen werden sollen.

Eine ebene Dachfläche kann man sich entstanden denken, indem eine gerade Linie (die Erzeugende) in fortwährend paralleler Lage sich auf zwei anderen parallelen oder doch in einerlei Ebene liegenden geraden Linien (den Leitlinien) fortbewegt. Fallen aber die Leitlinien nicht mehr in eine Ebene, so kann die Erzeugende nicht sich selbst parallel bleiben; man kann ihr höchstens aufgeben, mit einer Ebene stets parallel zu bleiben, und dann entsteht eine Fläche, die man windschief nennt.

Bei einer Dachfläche werden einzelne Lagen der erzeugenden Linie durch die Dachsparren repräsentirt und die Leitlinien durch First und Traufe. Sind daher letztere parallel, so wird die Dachfläche eben; außerdem kann sie windschief ausfallen. Die Fläche wird nur dann noch eben werden, wenn First- und Traufline bei ihrer Nichtparalleletät in ein und derselben Ebene liegen, und dieser Umstand giebt eben ein Mittel an die Hand, windschiefe Dachflächen zu vermeiden.

In den Fall, windschiefe Dachflächen anzuordnen, kommt man, wenn die beiden Fronten eines Gebäudes a l und m n, Fig. 435, nicht parallel laufen; denn man mag die Firstlinie legen, wie man will, so kann sie immer nur mit einer der Fronten parallel sein, und sollen First- und Traufline horizontal sein, so muß notwendig auf der Seite, wo die Front nicht mit der Firstlinie parallel ist, eine windschiefe Dachfläche a f f l entstehen.

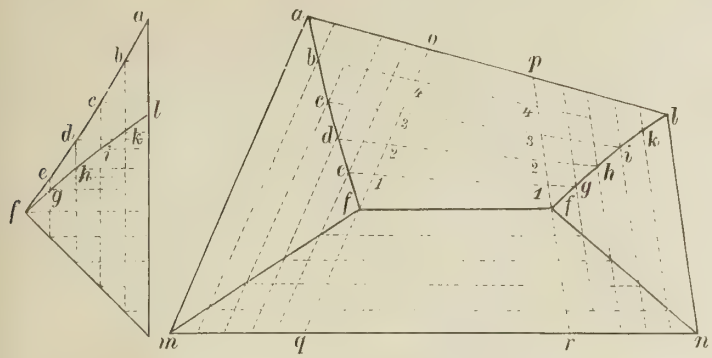
Eine dreieckige Walmseite braucht niemals windschief zu werden, weil man durch drei Punkte, oder durch eine gerade Linie und einen außerhalb und auch nicht in ihrer Verlängerung liegenden Punkt, immer eine Ebene legen kann.

Eine windschiefe Dachfläche wird von einer Ebene nur dann in einer geraden Linie geschnitten, wenn diese Ebene entweder parallel mit sämtlichen Lagen der erzeugenden Linie oder mit den beiden Leitlinien ist. Wenn daher eine windschiefe Dachfläche mit einer Walmfläche sich schneidet, so muß der Grat a f oder f l, Fig. 435, eine krumme Linie zeigen; es sei denn, daß die Gratlinie mit einer Lage der Erzeugenden zusammenfalle.

In Fig. 435 ist die Dachfirst derart ausgemittelt, daß sie durch den Schwerpunkt von a l m n und parallel zur Vorderfront m n geht. Werden für die vordere Dachfläche m f f n und die beiden Walmseiten gleiche Neigungswinkel angenommen, so hat man nur die Winkel bei m und n zu

halbieren, die Gratlinien m f und n f zu ziehen, wodurch die Firstlänge bestimmt ist. Die Gratlinien der windschiefen Dachfläche a f und f l, welche doppelt gekrümmt sind, werden dadurch ermittelt, daß man eine Anzahl horizontaler Schnitte

Fig. 435.



von gleicher Entfernung durch die Höhe des Daches legt und sie im Aufriß und Grundriß zeichnet, sodann die Linie f o und f p in ebenso viele gleiche Teile wie f q und f r teilt, die betreffenden Teilpunkte 1, 2, 3, 4 miteinander verbindet und bis zu den zu a m und n l parallel gezogenen Linien verlängert, wodurch im Grund- und Aufriß die Form der Gratsparren a f und f l gefunden wird. Weitere Erklärung giebt die Beschreibung zu Fig. 447.

Wird die windschiefe Dachfläche a b c d, Fig. 436, in zwei ebene Dachflächen a d e und b c f und in eine windschiefe c d e f zerlegt, so kommen die doppelt gekrümmten Gratsparren in Wegfall und treten an ihre Stelle gewöhnliche gerade Gratsparren a d und b c, da sie beiderseits von ebenen Flächen begrenzt sind. Nach den Linien d e und c f bilden sich infolge dieser Dachzerlegung sehr stumpfwinklige Kehlen.

Die windschiefen Dachflächen gewähren ein schlechtes Ansehen, sind schwer zu bearbeiten, mit Ziegeln beschwerlich und nicht leicht dicht einzudecken und sind daher teurer, als ebene Dachflächen. Um sie zu umgehen, sind folgende Anordnungen zu treffen:

1) Liegt die Firstlinie horizontal, so kann man die Traufline geneigt anordnen, oder umgekehrt, so daß beide in einerlei Ebene liegen, die dann die der Dachfläche wird. Man darf nur beiden End- oder Gratsparren dieselbe Neigung geben, so werden First- und Traufline durch diese bestimmt. Dieses Mittel wendet man aber wohl am seltensten an, weil es gewöhnlich ein schlechtes Ansehen des Daches hervorbringt. In Fig. 437 sind steigende Firstlinien p f und f p, f q angebracht, welche, symmetrisch angeordnet, nicht unangenehm aussehen. Die drei Punkte p, q und q liegen in einer Horizontalebene, und die Dreiecksfläche f q q ist so anzuordnen, daß sie mit dem disponibeln Material noch sicher eingedeckt werden kann.

2) Die Windschiefe wird vermieden, wenn man das betreffende Gebäude mit einem Zeltdache überdacht, denn alsdann entstehen lauter dreiseitige Walmflächen, die alle als Ebenen dargestellt werden können. Hierbei ist es aber Bedingung, daß keine der Walmflächen flacher wird, als es das Deckmaterial zuläßt; indem sonst dieses Mittel nicht anzuwenden ist.

Fig. 436.

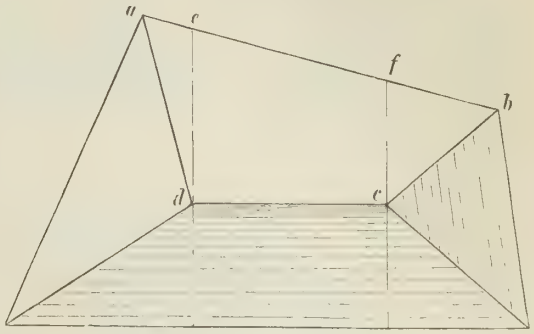


Fig. 437.

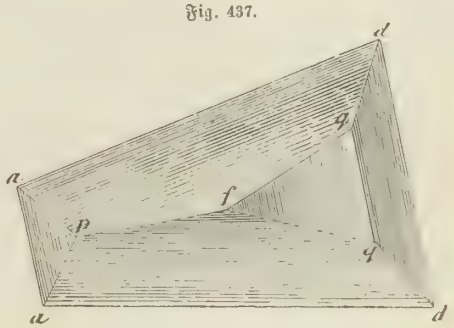
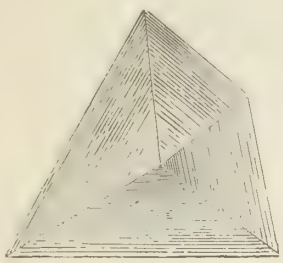


Fig. 438 zeigt diesen Fall, die Dachspitze liegt über dem Schwerpunkt der Grundfigur.

Fig. 438.



3) Behandelt man sämtliche Dachflächen des Gebäudes als Pultdachflächen, indem man die Firstlinien derselben alle in einerlei Horizontalebene und parallel zu den Fronten oder Traufslinien legt, so können sämtliche Dachflächen Ebenen werden, und der von den Firstlinien umschlossene, nun noch offene Raum kann entweder als Plattform behandelt oder mit einem Aufbaue, einer Laterne versehen und diese dann mit einem Zeltdache bedeckt werden.

Dieses Verfahren kommt ziemlich oft zur Anwendung, weil man die obere Plattform entweder als Belvedere oder zur Durchführung von großen Rauchrohrkästen benutzen, durch eine Laterne aber eine sehr zweckmäßige Erleuchtung

Fig. 439. Fig. 441.

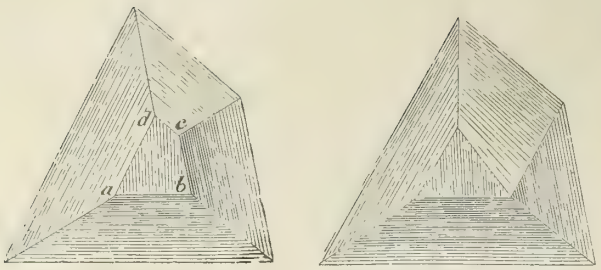
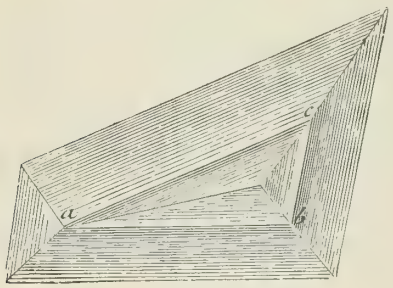


Fig. 440.



des Dachraumes erreichen kann. Die Fig. 439—441 geben einige hierher gehörige Beispiele. In Fig. 439 ist in a b c d eine Plattform angenommen, und in Fig. 440 ist die dreieckige Fläche a b c mit einem flachen Zeltdache bedeckt; in Fig. 441 hingegen sind nur drei der Dachflächen eben, die vierte aber windschief, jedoch ohne gekrümmte Gratsparren, so daß die entstehende horizontale Fläche wieder ein Dreieck bildet.

4) Die Windschiefe läßt sich auch vermeiden, wenn man die Dachfläche teilweise in dreieckige Ebenen auflöst, wobei dann freilich die stets beschwerlich einzudeckenden Kehlen nicht immer zu vermeiden sind. Daß man in einem solchen Falle verschiedene Formen darstellen kann, zeigen die folgenden Figuren, welche verschiedene Anordnungen, zum Teil über ein und derselben Grundfigur, darstellen.

Die Fig. 442 und 443 haben horizontale, mit der Hauptfront a d parallele Firstlinien p q und lauter ebene Dachflächen. Dabei zeigt Fig. 442 nur Gräte, während in Fig. 443 bei q g eine Kehle sich bildet. In der Fig. 444 ist über jeder Frontseite ein Walm mit gleich langen Gratlinien angeordnet. Die vier Anfallspunkte liegen alle in derselben Höhe, und es entstehen nun acht Gräte, vier

Fig. 442.

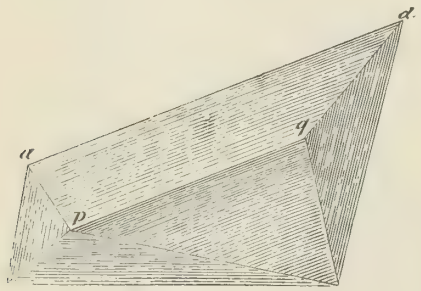


Fig. 443.

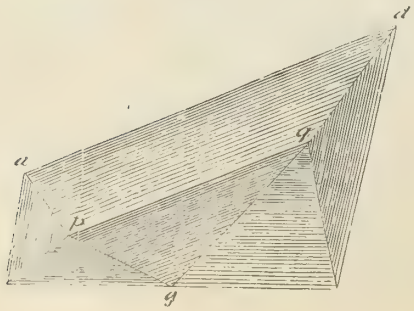


Fig. 444. Fig. 445

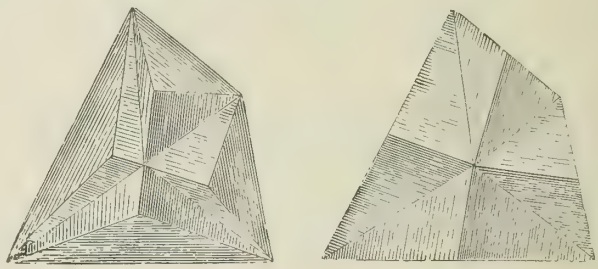
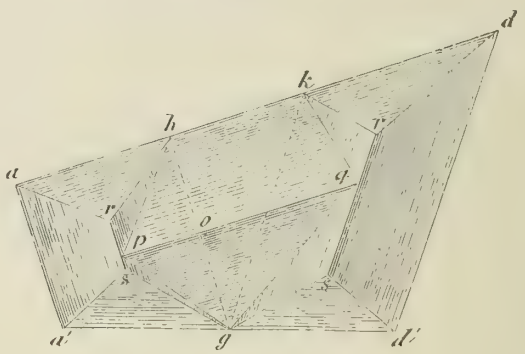


Fig. 446.



Kehlen und zwei sich kreuzende Firstlinien; eine allerdings etwas komplizirte Anordnung. In Fig. 445 ist die Aufgabe bei derselben Grundfigur einfacher gelöst. Statt der Walme sind Giebel angeordnet, so daß die Gräte fortfallen, die vier Kehlen aber bleiben. In Fig. 446 ist ein großes Dach in mehrere kleinere geteilt und eine Lösung zur Anwendung gebracht, welche das bestmögliche Ansehen gewähren möchte. Die Seite a′ d′ ist in g in zwei gleiche Teile geteilt und von diesem Punkte aus sind die Linien g h und g k parallel zu den Fronten a a′ und d d′ gezogen, wodurch die Punkte h und k bestimmt wurden. Über den Vierecken a a′ h g und d d′ k g sind alsdann Walmdächer von gleicher Höhe gedacht, und zwar ist diese Höhe so bestimmt, daß eine durch o (in der Mitte von g h) gelegte Firstlinie p q des mittleren Dachteiles bestimmend auftritt, indem sie

für die Dachflächen p q h k und p g q noch angemessene Neigungen zuläßt.

5) Verkleinern kann man die windschiefe Dachfläche, wie schon bei Fig. 436 gezeigt wurde, bei einem abgewalmten Dache, wenn man den Sparren des Anfallsgebindes auf der windschiefen Seite als einen Gratsparren ansieht, z. B. den Sparren A B in Fig. 1, Taf. 66. Seine dem Walm zugekehrte obere Kante kann als eine erzeugende Linie der windschiefen Dachfläche angesehen werden, ist also nach dem Vorigen eine gerade Linie, und die dreiseitige Dachfläche A B C kann nun als Ebene eingedeckt werden, wobei der Grat A B, den diese mit der windschiefen macht, ebenfalls gerade, und so ein krummer Gratsparren vermieden wird, was bei dem Gratsparren D E, Fig. 1 und 2, nicht der Fall ist, der in beiden Projektionen krumm erscheint. Zugleich wird der windschiefe Teil des Daches um das Stück A B C kleiner, und wenn man dasselbe Verfahren auch auf der anderen Seite anwendet, so bleibt nur noch der Teil A B F E als windschief übrig.

Man nennt dies Verfahren wohl das „Abschiften auf den Grat", und es wird gern angewendet, weil dabei alle gekrümmten Gratsparren vermieden werden, die schwierig anzufertigen sind und starkes Holz erfordern, von welchem ein großer Teil „in die Späne" gehauen werden muß.

Hat man sich entschlossen, eine windschiefe Dachfläche anzuordnen, so kommt es zunächst auf die Bestimmung der Lage der Firstlinie und der Anfallspunkte der Walme an, wenn letztere, wie es fast immer der Fall sein wird, angeordnet werden sollen.

Die Firstlinie legt man mit der Hauptfront des Gebäudes, also hier in Fig. 1 mit G H parallel und in eine solche Entfernung von derselben, daß weder die ebene, noch ein Teil der windschiefen Dachfläche eine, in Beziehung auf das Deckmaterial zu flache Lage bekommt und die mittlere Neigung in beiden ziemlich gleich wird. In dieser Firstlinie werden dann die Anfallspunkte A und E so bestimmt, daß die von der Hauptfront aufsteigenden Gratsparren H A und G E gleich lang werden. Letzteres geschieht des besseren Ansehens wegen. Aus demselben Grunde giebt man auch den beiden, mit der ebenen Dachfläche sich schneidenden Walmflächen mit dieser gleiche Neigung, wodurch dann aber zugleich die Lage der Firstlinie bedingt wird, und diese muß so sein, wie es oben verlangt wurde. Die Sparrengebinde werden so angeordnet, daß ihre Horizontalprojektionen senkrecht zur Hauptfront sind, also schief zu der Front D C. Dasselbe ist der Fall mit den Dachbalken, wenn die Sparren auf denselben aufstehen. An den Walmseiten stehen sowohl die Sparren als die Balken senkrecht auf den Frontlinien dieser Seiten.

Welche Konstruktionsweise man einem solchen Dache zu Grunde legt, ist im ganzen gleichgültig, doch haben die Kehlbalkendächer vor den Pfettendächern den Vorzug, daß man bei jenen die Pfetten nicht windschief zu gestalten braucht, was bei diesen notwendig wird.

Das auf Taf. 66, Fig. 1—6, dargestellte ist ein Kehlbalkendach mit gewöhnlichem, verschwelltem, liegendem Dachstuhle, wobei sowohl die Stuhlpfette, als auch die Stuhlschwelle windschief bearbeitet werden müssen.

Es sei in Fig. 4, Taf. 66, a b die Vorderkante der Fußschmiege des ursprünglich rechteckigen Sparrens und d e die parallel der Front D C liegende Vorderkante des Balkens, so stellt a g c eine dreieckige Schnittfläche dar, die entsteht, wenn der Sparren nach der Linie a c parallel zu d e abgeschnitten wird; und es würde die punktirt gezeichnete Sparrenkante um g c zu hoch liegen, weshalb dieser Vorsprung fortgehauen werden muß. Ist nun die Dachfläche, zu welcher der Sparren gehört, eine Ebene, was vorkommt, wenn der Sparren zwar schief zur Trauflinie steht, die Firstlinie aber dieser parallel ist, so muß der Schnurschlag, nach welchem der Sparren behauen werden soll, der ursprünglichen Sparrenkante parallel sein, und die Oberfläche des Sparrens wird eine Ebene. Ist aber die Dachfläche windschief, so wird der Schnurschlag von dem Punkte c, Fig. 4, Taf. 66, aus nach der Spitze des Sparrens hinlaufen und daher mit der ursprünglichen Kante b f konvergiren, so daß der danach behauene Sparren eine windschiefe Oberfläche zeigt.

Liegt die Unterfläche des Sparrens auf einer windschief behauenen Pfette oder Schwelle auf, so muß auch diese Unterfläche, ganz ähnlich wie die Oberfläche, behauen werden, liegt sie aber nicht auf, so kann sie ihre ursprüngliche Gestalt behalten. Wollte man das Behauen dieser Unterfläche vermeiden, so müßte man jeden einzelnen Sparren nach Maßgabe seiner steileren oder flacheren Lage verschieden tief einkämmen, damit er mit seiner ganzen Breite aufläge, was noch umständlicher ist.

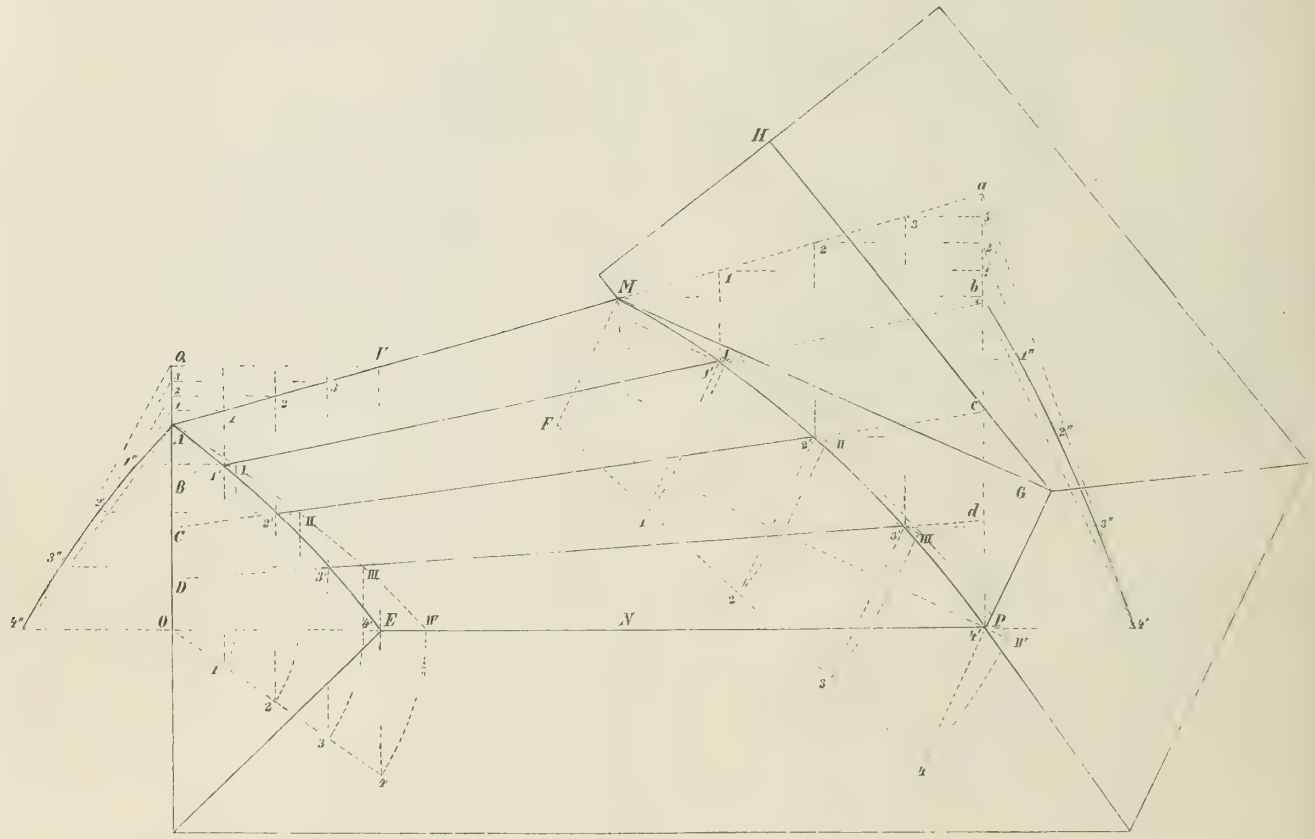
Was die Lage der Pfetten bei einem solchen Dache anbelangt, so bemerken wir darüber folgendes.

Nachdem man eins der Dachgebinde, etwa das Anfallsgebinde B B', Fig. 1, Taf. 66, aufgezeichnet und den Querschnitt des Daches, wie ihn Fig. 3 zeigt, bestimmt hat, ist auch in diesem die Lage der Pfetten gegeben, und dieselben können in den Grundriß nach L, K und O projizirt werden. Zieht man darauf die Horizontalprojektionen der Kanten der Pfette an den Walmseiten parallel zu den Trauflinien derselben, also K P, L M und M N, so muß auch O N parallel der B C sein, und wenn man O und P durch eine gerade Linie verbindet, so wird diese Linie die Lage der Pfette auf der windschiefen Seite in der Horizontalprojektion bezeichnen, so daß die Längen der einzelnen Pfettenstücke gefunden und bestimmt werden können. Die Richtigkeit des eingeschlagenen Verfahrens, d. h. daß die

Punkte K, L, M, N, O und P alle in einerlei Horizontalebene liegen, sowie die Auffindung der Länge der Grat- und Schiffsparren, der Sparrenlänge auf der windschiefen Fläche und der Gestalt der verschiedenen Schmiegen bedarf keiner weiteren Erklärung.

Fig. 5 zeigt den Längenschnitt durch die Firstlinie E A in Fig. 1 und Fig. 6 drei Sparren der windschiefen Dachfläche in Beziehung auf die Eindeckung mit Ziegeln. Wir

Fig. 447.



haben nämlich im I. Teile erwähnt, daß in einem solchen Falle die untere oder Traufschar der Ziegeln auf einer ebenfalls windschiefen Unterlage, dem Traufbrette, ruhen müssen, wenn kein Klaffen stattfinden soll. Fig. 6 zeigt nun den Querschnitt dieses Traufbrettes auf drei verschiedenen Sparren, die in dieser Figur mit denselben Buchstaben bezeichnet sind, wie in Fig. 1, nämlich den steilsten, den flachsten und einen mittleren.

Will man keine der zur Vermeidung oder Verminderung der Windschiefe angegebenen Mittel anwenden, sondern bei Walmdächern die krummen Gratsparren beibehalten, so kann man diese Krümmung auf folgende Art finden.

Fig. 447 stelle die Horizontalprojektion eines Daches dar, bei welchem der Teil A E P M windschief werden soll. Man denke sich diese windschiefe Fläche über den Grat A E und die Kehle M P hinaus fortgesetzt, so als ob A O und a P die Horizontalprojektionen vertikaler Dachgiebel wären. Eine zwischen der First- und der Trauflinie durchgehende horizontale Ebene schneidet sowohl die windschiefe Dachfläche als die Walmfläche je nach einer geraden Linie, und diese beiden Geraden müssen sich in einem Punkte der krummen Gratlinie treffen. Da eine solche Ebene die beiden in O A und a T projizirten Linien und die Walmseite in einem und demselben Verhältnis teilt, so sind die Schnittlinien der Ebene mit den beiden Dachflächen leicht zu projiziren. Teilt man z. B. O A, P a und O E (oder die ihr gleiche und parallele Q V) in vier gleiche Teile, so zeigt die Figur, wie sich drei Punkte 1′, 2′, 3′ für die Horizontalprojektion der Gratlinie ergeben.

Um die Vertikalprojektion dieser Linie auf der umgelegten Vertikalebene O Q 4″ zu finden, trage man die Dachhöhe, d. h. die vertikale Entfernung des Punktes E über der Traufenebene, senkrecht auf Q O, von O nach 4″, dann wird das Dreieck Q O 4″ die Vertikalprojektion für einen Durchschnitt des Daches nach der Linie V E darstellen. Projizirt man ferner die Punkte 1, 2, 3 auf Q A nach 1 2 3 und zieht die Linien 3 4″, 2 4″, 1 4″, so sind dies die Vertikalprojektionen von den Schnittlinien der durch

3, 2, 1 gedachten Vertikalebenen mit der windschiefen Dachfläche, und schneidet man diese durch Perpendikel auf A O aus den Punkten 3′, 2′, 1′, so wird durch die Schnittpunkte 3″, 2″, 1″ die Vertikalprojektion der Gratlinie bestimmt.

Um die wahre Gestalt dieser Linie zu bekommen, darf man sich die Walmebene A O E nur um A O in die Horizontalebene niedergelegt denken. Macht man daher E 4 senkrecht zu E O und gleich der Dachhöhe, zieht O 4 und macht O IV gleich O 4, teilt ferner O 4 in denselben Verhältnissen wie V Q und überträgt diese Teilung auf O IV, so darf man durch die Teilpunkte nur Parallelen zu A O ziehen und diese durch Senkrechte auf A O durch die Punkte 1′, 2′, 3′ schneiden, um durch die Punkte I, II, III, IV die wahre Gestalt der Gratlinie zu bestimmen.

Ähnlich dieser Konstruktion wird die Form der Kehllinie bestimmt. In Fig. 447 ist P M eine solche Kehllinie, welche entsteht, indem die windschiefe Fläche A E P M sich mit der Ebene M G P schneidet. Man denke sich nun die Ebene M G P bis zum Durchschnitt mit der Horizontalebene verbreitet, dann wird die Spur des Durchschnitts eine durch M gehende mit G P parallele Linie, mithin M F sein. Klappt man nun das rechtwinklige Dreieck, dessen Grundlinie P F und dessen Höhe gleich der Dachhöhe ist, um F P in die Horizontalebene nieder, nimmt auf F 4 die bekannte Teilung vor und trägt die Längen F 1, 1 2, 2 3 u. s. w. von F 4 auf die verlängerte F P, so darf man von diesen Teilpunkten aus nur Perpendikel zu F P bis zum Durchschnitt mit anderen Perpendikeln auf M F durch die Punkte 1′, 2′, 3′ ziehen, um in den Durchschnitten dieser Perpendikel die Punkte I, II, III, IV zu erhalten, welche die wahre Gestalt der Kehllinie angeben.

§ 17.

Die zusammengesetzten Dächer.

Unter diesen verstehen wir solche, deren Gebäude im Grundrisse außer den ausspringenden auch einspringende Winkel zeigen und bei denen daher Dachkehlen vorkommen, wie bei Fig. 448. Die hierbei möglichen Formen sind so mannigfaltig, daß wir nur einige der am häufigsten vorkommenden näher besprechen können.

Die einfachste Form ist die sogenannte Wiederkehr, Fig. 448, d. h. wenn zwei Gebäudeflügel unter einem Winkel zusammenstoßen. Hier sind aber schon verschiedene Fälle möglich, selbst unter der Beschränkung, daß beide Gebäudeflügel geradlinige Fronten haben; denn die Gebäudeflügel können bei gleicher Tiefe einen rechten, einen stumpfen oder einen spitzen Winkel einschließen. Dasselbe kann aber auch stattfinden unter der Voraussetzung, daß die Tiefe beider Flügel ungleich ist.

Sind beide Dächer mit demselben Materiale gedeckt, und haben sie gleiche Neigungswinkel, so werden, Satteldächer vorausgesetzt, die Firstlinien bei gleich tiefen Gebäudeflügeln in gleicher Höhe liegen, Fig. 448, bei verschiedener Tiefe aber in verschiedenen Höhen, so daß eine

Fig. 448.

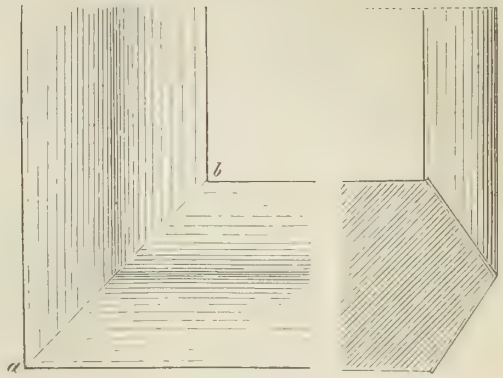
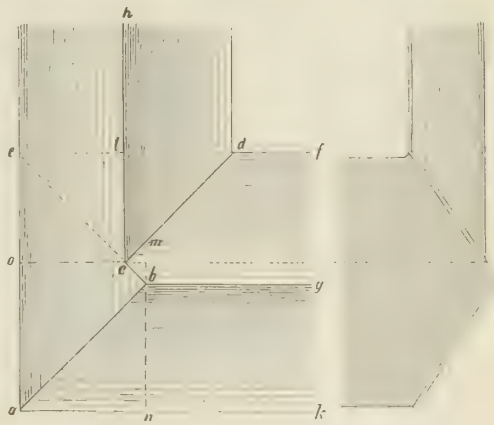
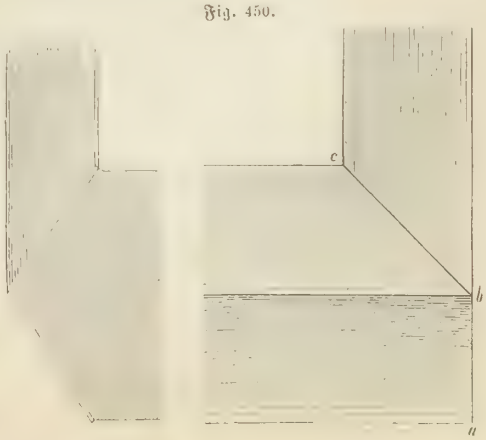


Fig. 449.



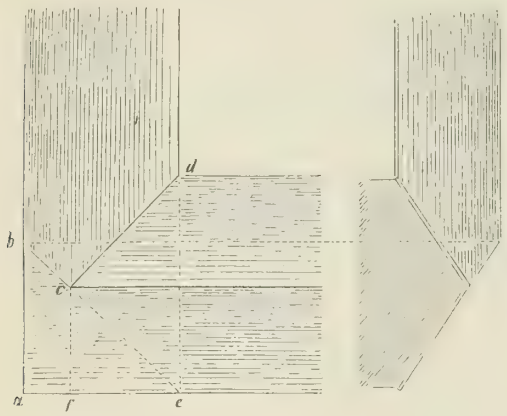
Horizontalprojektion wie in Fig. 449 entsteht. Eine solche Verbindung von Dachflächen nennt man eine Verfalung.

Fig. 450.



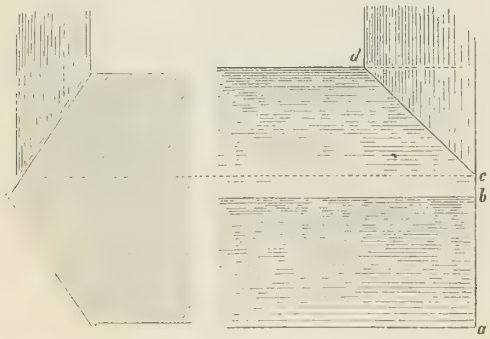
Ist eins der Dächer ein Pultdach, so hat das zweite an der Wiederkehr keinen Walm, sondern einen Giebel, und hat das Pultdach gerade die halbe Tiefe des Satteldaches, so entsteht eine Horizontalprojektion wie in Fig. 450, in welcher a b ein Bord und b c eine Kehle bezeichnet. Ist das Pultdach tiefer, als das halbe Satteldach, so entsteht wieder eine Verfallung, Fig. 451, bei welcher a b ein Bord, b c ein Grat und c d eine Kehle ist. Im entgegengesetzten Falle, wenn das Pultdach weniger als die Hälfte der Tiefe

Fig. 451.



des Satteldaches zur Tiefe hat, bildet sich eine Verbindung nach Fig. 452, bei welcher a b und b c Borde sind, c d aber eine Kehle bezeichnet.

Fig. 452.



Ähnliche Figuren entstehen, wenn die Wiederkehr schiefwinklig ist.

Die Vereinigung zweier Dächer braucht aber nicht gerade am Eck stattzufinden, sondern kann so geschehen, daß eins der Dächer sich noch über den Vereinigungspunkt hinaus erstreckt, wobei dann wieder die Fälle vorkommen können, daß beide Dächer (die immer beide Satteldächer sein werden) entweder gleiche oder verschiedene Höhen haben, in welch' letzterem Falle wieder Verfallungen entstehen, wie dies die Fig. 453 — 456 zeigen.

Diese wenigen Formen zusammengesetzter Dächer wollen wir etwas näher betrachten, um daraus Anhaltspunkte

Fig. 453.

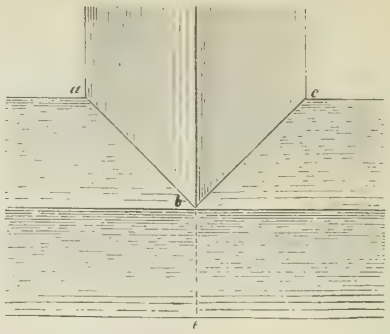


Fig. 454.

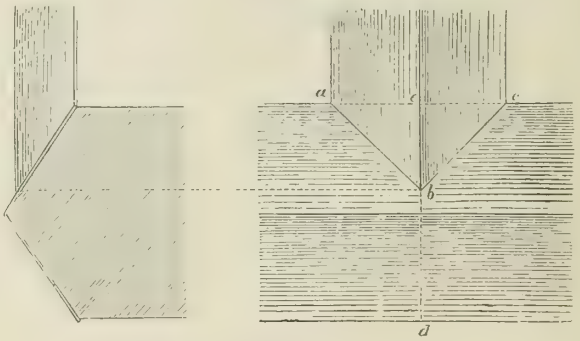


Fig. 455.

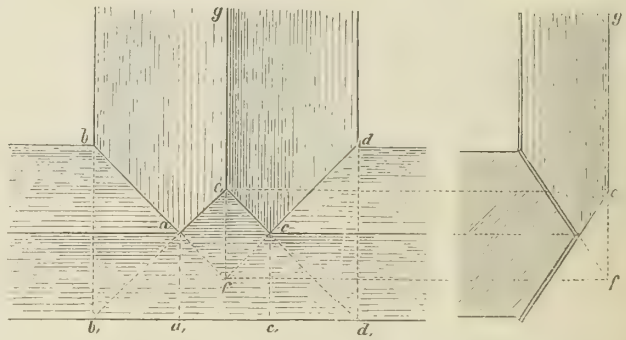
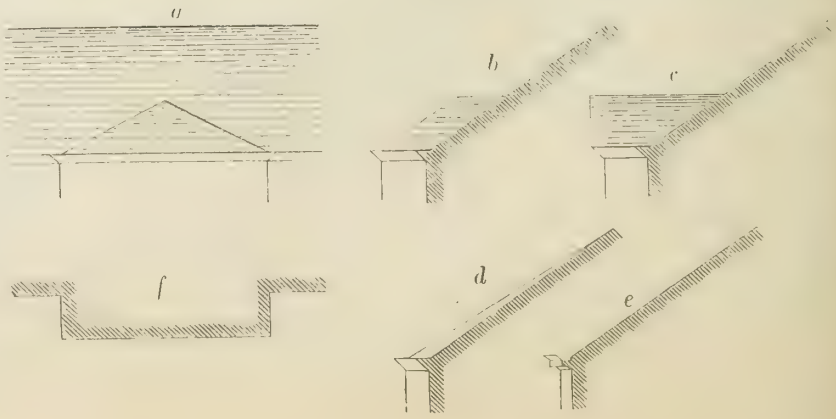


Fig. 456.



für andere Fälle, die doch nicht alle besprochen werden können, zu gewinnen.

Bei der regelmäßigen Wiederkehr mit gleich tiefen Gebäudeflügeln und also auch gleich hohen Firstlinien, wie Fig. 448 eine solche darstellt, wird in der Diagonale a b ein Binder, analog den übrigen Bindern des Daches, angeordnet, nur mit dem Unterschiede, daß der eine seiner Sparren ein Grat-, der andere ein Kehlsparren und seine Spannweite größer ist. An den Gratsparren fallen die Schifter gerade so an, wie wir dies bereits an den Walmdächern erörtert haben, ebenso erhält der Gratsparren eine Abfasung, so daß über diesen Teil des Daches nichts zu erinnern übrig bleibt. Der Kehlsparren aber erhält eine dem Gratsparren gerade entgegengesetzte Form des Querschnitres, d. h. statt der rückförmigen Abfasung eine rinnenartige Einkehlung, wie Fig. 457 zeigt. Meistenteils wird jedoch der Kehlsparren ohne diese Einkehlung kantig hergestellt nach Fig. 458. In beiden Fällen schließen sich die Schifter an den Kehlsparren an, wie wir dies bei den Gratsparren kennen gelernt haben. Seltener findet wohl das Aufklauen der Schifter nach Fig. 459 statt, wodurch die Kehle, insbesondere bei steilen Dächern, sehr eng wird. Von dieser Konstruktion mögen die Schiftsparren auch den Namen „Reitersparren" erhalten haben.

Sind beide Dächer der Wiederkehr ungleich tief und beide Satteldächer, so daß eine Verfallung entsteht, wie in Fig. 449, so wird die Konstruktion ziemlich komplizirt und ihre Stabilität immer eine geringe, besonders wenn der Höhenunterschied beider Firstlinien nur gering ist und man doch eine „regelrechte" Verfallung darstellen will.

Was dabei zunächst die Bestimmung der Punkte b und c anbelangt, nach welcher die Grat- und Kehllinien laufen, so verlängert man die Trauflinie d f bis e, bestimmt auf der Firstlinie b g den Anfallspunkt b so, daß er von den Trauflinien a e und a k gleich weit entfernt ist, und verbindet e und b durch eine Gerade; wo letztere von der Firstlinie h c geschnitten wird, bestimmt sich der Anfallspunkt der Kehllinie c d, und der Grat b c ist ein Teil der Geraden b e.

Was nun die Dachkonstruktion selbst anbelangt, so müssen zunächst nach den Linien c d und a b die Kehl- und Gratstichbalken in der Balkenlage angeordnet werden. Um den Grat- und Kehlsparren über a b und c d, denen die Gegensparren fehlen, am oberen Ende einen Stützpunkt zu geben, ordnet man über m n ein Gebinde an, welches für den Grat a c zum Anfallsgebinde wird, obgleich es über b m nur einen Reitersparren hat. Ebenso wird in o c ein Gebinde angeordnet, welches sich mit dem Kehlsparren c d und dem kleinen Gratsparren b c zusammenschiftet, selbst aber nur aus einem Sparren besteht. Daß es nun darauf ankommt, den Grat- und besonders den Kehlsparren von der Balkenlage aus gut zu unterstützen und gegen den Horizontalschub zu sichern, bemerken wir nur im allgemeinen, denn die anzuwendenden Mittel müssen sich nach der jedesmaligen Lokalität, d. h. nach den festen Punkten, richten, welche die inneren Wände und Mauern des Gebäudes gewähren, so daß wir für dieselben keine speziellen Regeln anführen können. Bemerken wollen wir aber noch, daß es für die Festigkeit gewiß immer am vorteilhaftesten ist, wenn man in b und c gut unterstützte, senkrecht stehende Pfosten anbringt, weil man von solchen aus durch wagerechte Zangen die Kehl- und Gratsparren unterstützen und so unverschiebliche Dreiecke bilden kann. Hat das niedrigere Dach, was auch in diesem Falle von besonderem Vorteile ist, eine Firstpfette, so läßt man dieselbe jedenfalls bis zu dem Grat a b reichen, weil auf ihr sowohl der Kehlsparren und der Sparren über o c ein gutes Auflager finden, als auch eine horizontale Verstrebung des Punktes c erreicht wird. Die Konstruktion bleibt aber immer eine mißliche und ist daher möglichst zu vermeiden. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen.

Ist das eine Dach nur klein im Vergleich gegen das andere, so thut man am besten, das größere Dach ganz unabhängig von dem kleineren als vollständiges Walmdach

Fig. 457.

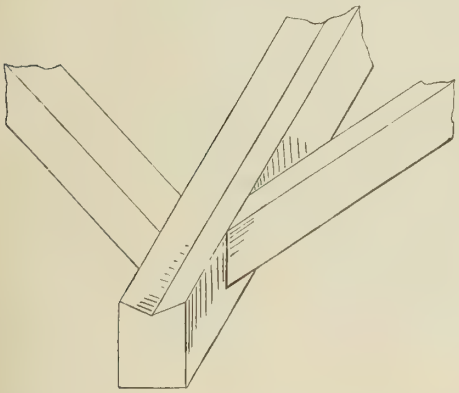


Fig. 459.

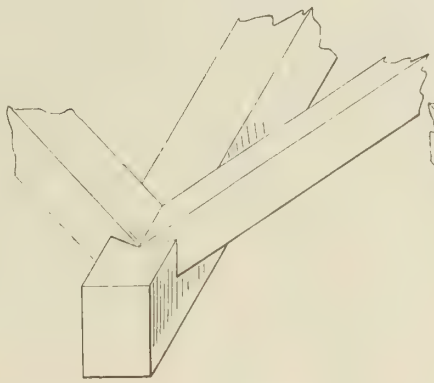
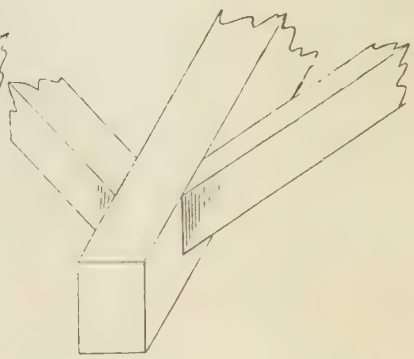


Fig. 458.



zu konstruiren, also von b bis e, Fig. 449, einen Gratsparren, und die Schiftsparren bis an die Linie de reichen zu lassen. Von diesen letzteren kann man übrigens auch innerhalb des Dreiecks ecd einen um den andern fortlassen, und daß die Sparren hier nicht eingelattet oder verschalt werden, so daß man zwischen ihnen hindurchgehen kann, versteht sich von selbst. Der Kehlsparren cd wird dann über die Walmschifter gekämmt und oben gegen den Gratsparren be geschiftet, während die zwischen c und l nötigen Reitersparren sich einerseits gegen den Kehlsparren und andererseits gegen den Gratsparren be schiften. Letzterer wird von b bis c wie gewöhnlich abgefast, von c bis e aber so gestaltet, daß seine Oberfläche in die Flucht des kleineren Daches fällt.

Ist der Unterschied der Tiefe beider Gebäude nur gering, so thut man immer am besten, die Verfallung ganz fortzulassen und beide Firstlinien gleich hoch zu legen, wenn auch die Neigungswinkel beider Dächer etwas verschieden ausfallen und die Vertikalprojektion des Grats nicht mit dem Eck des Gebäudes in eine gerade Linie zusammenfällt.

Will man hierbei den in Beziehung auf das lotrechte Gebäudeeck schiefen Grat, der bei einer freien Lage des Gebäudes allerdings nicht gut aussieht, vermeiden, so kann man auch so verfahren, wie in obiger Figur angedeutet ist.

Fig. 460.

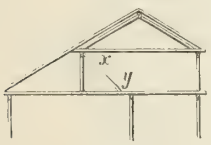
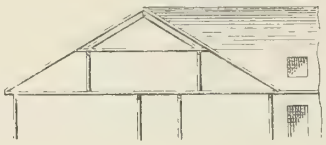


Fig. 461.



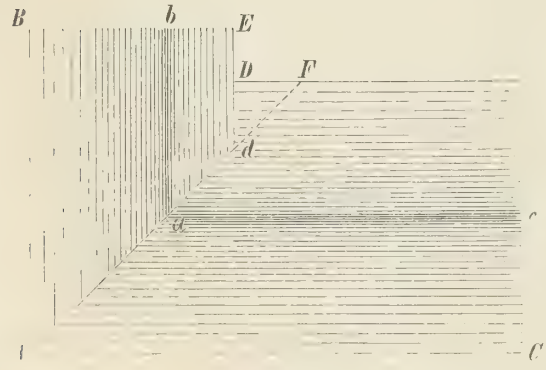


Fig. 462.

Hier laufen in Fig. 462 die Firstlinien ab und ac parallel mit den Fronten AB und AC und sind gleich weit von ihnen entfernt, so daß der Grat Aa in der Horizontalprojektion den Winkel BAC halbirt. Bei dem weniger tiefen Dache liegt nun die Firstlinie nicht in der Mitte, und wenn man beiden Dachlangseiten gleiche Neigungswinkel giebt, so liegt auch die innere Trauflinie dieses Daches höher als die äußere; und da letztere mit der inneren Trauflinie des größeren Daches gleich hoch liegt, so tritt die höher liegende des kleineren Daches noch auf die innere Dachfläche des größeren Daches etwas hinauf bis d, so daß der Querschnitt des kleineren Daches sich nach Fig. 460 gestaltet. Besonders vorteilhaft wird diese Konstruktionsweise dann, wenn die höher liegende Traufline gerade in die Ebene der Kehlbalken fällt, weil man dann Dachzimmer mit vertikalen Frontwänden anordnen kann. Da die äußere Dachseite des kleineren Gebäudes nun ein größeres Gewicht hat, so wird es nötig, in den Bindern eine Strebe xy, Fig. 460, anzubringen, um diesem Gewichte eine wirksame Stütze zu geben.

Die Konstruktion hat nun weiter keine Schwierigkeiten. Man legt in der Richtung AF, Fig. 462, ein Kehlgratgebinde durch und bildet den kleinen Dachteil dDF durch kurze Schiftsparren, welche sich gegen den Kehlsparren aF lehnen. Dieser Kehlsparren behält den Querschnitt eines solchen nur von a bis d, und von d bis F liegt seine Oberfläche ganz in der Dachfläche dDF.

Ist eins der Dächer ein Pultdach, und zwar das kleinere wie in den Fig. 450 und 452, so konstruirt man in beiden Fällen das größere Satteldach ganz unabhängig von dem Pultdache als ein Giebeldach, kämmt auf die Sparren desselben die nötigen Kehlsparren nach den vorher ausgemittelten Kehllinien auf und läßt die Reitersparren des Pultdaches sich gegen diese Kehlsparren anschiften. Daß in diesen Fällen die Richtung der Kehllinien immer gegeben ist, leuchtet ein, wenn man sich daran erinnert, daß sämtliche Dachflächen gleiche Neigung haben und daher die Horizontalprojektion der Kehllinie den Winkel der Wiederkehr halbiren muß und in dieser Richtung bis zur Firstlinie des Pultdaches fortläuft.

Ist endlich das Pultdach das tiefere und daher seine Firstlinie die höhere, wie in Fig. 451, so wird man wohl wieder am einfachsten zum Ziele gelangen, wenn man dasselbe Verfahren wie in dem letzten Falle anwendet, d. h. das Pultdach als vollständiges Pultwalmdach konstruirt, dessen Gratsparren von d bis e reicht und gegen welchen sich der kürzere Kehlsparren in c einschiftet, während er seiner Länge nach durch die Sparren des Pultdaches, auf die er aufgekämmt wird, gestützt ist. Will man dieser Konstruktionsweise nicht folgen, sondern eine eigentliche Verfallung konstruiren, so wird man über cf, Fig. 451, einen Sparren anordnen müssen, welcher sich mit dem Gratsparren bc und dem Kehlsparren cg im Punkte c zusammenschiftet. Gut wird es in diesem Falle immer sein, wenn man in c einen gehörig unterstützten vertikalen Pfosten anbringen kann.

Stößt das eine Gebäude nicht gerade am Eck an das andere, sondern mehr in die Mitte seiner Länge, so treten ganz ähnliche Fälle ein, wie die eben besprochenen: nämlich

das anstoßende Gebäude kann mit dem Hauptgebäude gleiche Tiefe haben oder nicht, und im zweiten Falle kann diese größer oder kleiner als die des Hauptgebäudes sein. Hieraus ergeben sich die in Fig. 453—455 dargestellten Dachverbindungen, und über diese noch einige Worte.

Der in Fig. 453 dargestellte Fall stimmt fast ganz mit der einfachen Wiederkehr überein. Über a b und b c müssen Kehlsparren angeordnet werden, die sich in b gegen einen etwas starken Sparren über b e anschiften. Alle drei Sparren müssen gut gegen den Horizontalschub gesichert werden, was bei den Kehlsparren auf die schon angegebene Art durch Gratzangen, Streben u. s. w. geschehen kann, und bei dem Sparren über b e dadurch, daß man seinen Balken jedenfalls bis über die nächste, mit der Vorderfront parallele Wand reichen läßt und hier gut befestigt. Ist kein solcher Balken vorhanden, wie bei einem Kniestock, so muß der Sparren durch eine besondere Strebe und eine horizontale Zange unterstützt werden. In dem Falle, wenn die Firstlinie des anstoßenden Daches tiefer liegt (Fig. 454), wendet man die schon öfter genannte Konstruktionsweise an, daß man nämlich das höhere Dach ohne Rücksicht auf das kleinere konstruirt und die Kehlsparren a b und b c auf die Sparren dieses Daches aufkämmt. Auf welche Weise der Anfallspunkt b der Kehlsparren in der Horizontalprojektion gefunden wird, zeigt der seitwärts in die Horizontalebene niedergeklappte Querschnitt ohne weitere Erläuterung. In diesem Falle ist es nicht gerade notwendig, daß man über d e ein Gebinde anordnet, doch aber würde ein solches den beiden Kehlsparren an ihrem oberen Ende ein gutes Auflager gewähren. In dem dritten Falle, Fig. 454, entsteht wieder eine eigentliche Verfallung, die wie früher auf verschiedene Weise konstruirt werden kann. Liegt nämlich die Firstlinie des Hauptgebäudes viel tiefer als die des anstoßenden, so kann man letzteres als ein ganzes Walmdach konstruiren, d. h. Gratsparren von e nach b und d führen, so daß die Kehlsparren über a b und c d wieder als aufgekämmt erscheinen, mithin die vielfach erwähnte Konstruktion auch hier Anwendung findet. Oder man stellt die eigentliche Verfallung dar, d. h. läßt die Grat- und Kehlsparren mit einem Sparren der Hauptfront über a a und c c sich zusammenschiften. In diesem Falle ist eine Firstpfette in dem niedrigeren Dache wiederum von großem Nutzen, und wenn man keine solche hat, so bringt man sie wenigstens in Gestalt eines Riegels zwischen den Punkten a und c an. Auch bei diesem Falle zeigt der zur Seite gezeichnete Durchschnitt ohne weitere Erläuterung, auf welche Weise die Richtungen der Grat- und Kehlsparren in der Horizontalprojektion gefunden werden können.

Die zuletzt besprochenen Fälle kommen oft in der Art vor, daß das anstoßende Gebäude nur als ein Vorsprung des andern, d. h. als ein sogenanntes Risalit erscheint, wie in Fig. 456 a—f. Ist der Vorsprung, wie bei Fig. f, größer als 50 cm, so wird darüber ein Walmen oder Giebel nach Fig. b und c konstruirt; ist derselbe hingegen kleiner, so hat man nur nach Fig. e den Dachkanal auf die Länge des Risalits und um die Größe seines Vorsprunges zu verbreitern, wobei das Hauptdach keine Veränderung erleidet, indem das Dach über dem Risalit entbehrlich wird. Diese einfache Konstruktion ist der älteren, Fig. d, vorzuziehen, welche mittels Aufnagelns von Aufschieblingen auf die Sparren gebildet wird.

Ein weiteres Beispiel von der Verfallung zusammengesetzter Dächer zeigt Taf. 67 im Grundriß und in zwei Durchschnitten. Der Grundriß stellt einen quadraten umbauten Hof m n o c dar. Dabei ist angenommen, daß alle nach außen gehenden Dachflächen gleiche Neigung, und zwar von 45° gegen den Horizont haben sollen, wodurch die Gratsparren im Grundriß die Winkel halbiren, wie dies bei k angedeutet ist. Um nun zur Dachverfallung zu schreiten, verlängere man m c bis k' und h und behandle nun h i k k' als Satteldach zugleich Walmdach nach bekannter Weise, wobei ein Winkeldach entsteht, wie dies das Profil c—d, Fig. 2, zeigt, indem 45° als Neigungswinkel der Dachflächen, wie schon bemerkt, angenommen wurde. Die wirklichen Größen der äußeren und inneren Dachflächen sind durch Umklappen bestimmt worden, was leicht aus dem Grundriß zu entnehmen ist. Nun ziehe man von m eine Parallele t s zu i k und behandle i k s t ebenfalls als Walmdach; da aber die Breite desselben kleiner ist, als c d des vorher betrachteten Walmdaches, so trifft die Firstlinie v u nicht mit dem Punkte p zusammen, sondern schneidet bei u in den Grat oder in die steigende First u p ein und es ergiebt sich die ebene Dachfläche i k p u v, deren wahre Größe aus der Umklappung zu finden ist. Die inneren Dachflächen bilden nach u m eine Kehle. Zieht man endlich durch n mit f l die Parallele x y und zerlegt auch die Fläche l f x y in ein Walmdach, so schneidet die Firstlinie in w ein und w v als steigende Gratlinie verbindet die beiden Firstlinien. Von w aus ziehe man die beiden Kehlen w m und w n u. s. f., bis die Verfallung des Ganzen fertig ist.

Man hat somit bei zusammengesetzten Dächern ein Zerlegen derselben in einfache vorzunehmen und das Einschneiden der Dachflächen zu bestimmen.

Siebentes Kapitel.

Die Gesimse.

§ 1.

Allgemeines.

Über die allgemeinen Grundsätze für die Bildung der Gesimse und deren Einteilung haben wir uns bereits im I. Teile dieses Werkes, Seite 50, ausgesprochen und werden uns zunächst mit der Bildung der Hauptgesimse beschäftigen, indem die einfassenden Gesimse, besonders die „Thür- und Fenstereinfassungen", bei den betreffenden Konstruktionen zur Sprache kommen werden.

Wie wir früher schon erwähnt haben, ist die Form eines Gesimses abhängig von dem Material, aus welchem es gebildet werden soll; dem zufolge muß das Holzgesimse eine andere Form zeigen, als das von Stein, und stellt der Baumeister seiner Phantasie immer ein Armutszeugnis aus, wenn er ein Steingesims in Holz nachzuahmen sucht. Auch ist die beabsichtigte Täuschung von sehr kurzer Dauer, indem nur zu bald die Eigenschaften des Holzes sich geltend machen und durch entstandene Risse, Sprünge u. s. w. den Beschauer zu enttäuschen suchen. Man bleibe daher, wie in allen Dingen, so auch hier bei der Wahrheit.

In konstruktiver Hinsicht besteht der Zweck eines Hauptgesimses darin, der unter ihm liegenden Fläche Schutz zu gewähren und das vom Dache kommende Wasser vom Gebäude entfernt abtropfen zu lassen oder in einer Rinne zu sammeln und abzuführen. Dieser Zweck wird um so vollständiger erreicht, je weiter das Gesimse vorragt, d. h. je größer seine Ausladung ist; aber gerade darin zeichnet sich das Holzgesimse vor dem Steingesimse aus, daß es auf Grund seines Materiales eine weit größere Ausladung zuläßt, während diese beim steinernen Gesimse, teils durch die Mauerstärke, teils durch die Gestalt und geringe relative Festigkeit der Steine, in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen ist.

Die große Ausladung ist ein charakteristisches Merkmal der Holzgesimse, wodurch tiefe Schatten entstehen, welche namentlich den ländlichen Gebäuden einen eigentümlichen Reiz gewähren. Indem das weit vortretende, Schutz gebende Holzgesimse seinen Zweck erfüllt, wirkt es zugleich malerisch und trägt in ästhetischer Beziehung nicht wenig zur Charakterisirung derjenigen Gebäude bei, bei welchen ihre Anwendung besonders am Platze ist.

Die Darstellung der bedeutenden Gesimsausladung ist Aufgabe der Konstruktion, und kann dieselbe nach zwei verschiedenen Methoden erreicht werden, je nachdem man entweder die Dachbalken weit genug über die Frontwände hinausragen oder die Dachsparren überhängen läßt. Hierdurch ist daß Prinzip der Konstruktion und die Hauptform des Gesimses ausgesprochen, und es ist nun Aufgabe der Kunst, diese Form artistisch aus- und durchzubilden. Die große und leichte Bildsamkeit des Materiales erleichtert dies ungemein, indem man Balken und Sparren nach passenden Formen ausschneiden und mit Zuhilfenahme von einiger Bemalung so reich verzieren kann, als es die Geldmittel erlauben. Bei bedeutender Ausladung kann man die hervorragenden Balken durch ebenfalls geschnitzte und verzierte Consolen unterstützen und bei vortretenden Sparren hierzu Kopfbüge anwenden. Die hängende Platte, welche bei Steingesimsen eigentlich die Abweisung des Traufwassers zum Zwecke hat, fällt bei hölzernen Gesimsen fort und erscheint in einzelne Hervorragungen aufgelöst, welche unmittelbar das Traufbrett der Eindeckung oder die Dachrinne tragen.

§ 2.

Gesimskonstruktionen.

Die zwei erwähnten Hauptmotive der Dachgesimsbildung sind auf Taf. 68 dargestellt, und zwar zeigen die Fig. 1—4 die Gesimsausladung konstruirt mittels Verlängerung der Sparren über die Mauerflucht, während die Fig. 5—7 eine solche durch das Vortreten der Dachbalken darstellen. Die erste Konstruktionsweise ist wohl die einfachste und ihrer Zweckmäßigkeit wegen am häufigsten angewandte, während die letztere selten mehr zur Ausführung kommt. In Fig. 1 ist die isometrische Ansicht, in Fig. 2 der Durchschnitt a b, Fig. 4, senkrecht auf den Giebelsparren, in Fig. 3 der Durchschnitt durch die Traufe und in Fig. 4 die Giebelansicht dargestellt. Die Dachsparren werden so weit über die Mauerflucht verlängert, daß sie etwa 0,75 bis 0,90 m — horizontal gemessen — über dieselbe vorstehen. Um diese Ausladung auch an den Giebelseiten zu erhalten, im Falle das Dach kein abgewalmtes sein sollte, werden die Dachpfetten so weit über die Giebelmauern verlängert, als es die Unterstützung der zwei bis höchstens drei Sparrenpaare, „Giebelsparren", erfordert. Dabei müssen die Dachpfetten eine solche Anordnung erhalten, daß sie an den Giebelfassaden nicht störend wirken; sind z. B. Lisenen angenommen, so müssen sie auf deren Mitte zu liegen kommen, sowie man sie auch gerne nach Pfeilerachsen und nicht nach den Fensterachsen der Giebelfassade anordnet. Sollten sich die Pfetten jedoch nicht in dieser Weise anlegen lassen, oder wäre eine schräge Lage einzelner Pfetten für die Dachkonstruktion geeigneter, so läßt man sie bloß etwa 15—18 cm in die Giebelmauern eingreifen und bringt kurze Pfettenstücke an, wie sie an den Fassaden für passend erscheinen, welche jedoch so weit in das Dach eingreifen, daß sie innerhalb der Giebelmauer mindestens unter so viele Sparren zu liegen kommen, als sie außerhalb derselben zu tragen

erhalten. Eine Verbindung mit den Dachpfetten ist in diesem Falle immer ratsam. Die 0,75—0,90 m vortretenden Pfetten können nun entweder mittels Sattelhölzern, Fig. 1, Taf. 68, Konsolen von Holz oder Stein, Büge, Träger von Holz oder Eisenguß mit Zinkgußfüllungen ꝛc. unterstützt werden. Der Pfettenkopf wird mit einem eichenen Brett, „Schutzbrett", Fig. 1 und Fig. 4, gegen das Eindringen der Feuchtigkeit abgedeckt.

Das Backsteingesims hat hier nicht die Aufgabe, zu schützen, sondern nur die der Abgrenzung und des Abschlusses, um der Mauer den Charakter der Vollendung zu geben. Das backsteinerne Giebelgesims wird nach Fig. 1 durch ein Sparrenpaar, welches man etwa um seine halbe Breite vortreten läßt, abgedeckt. Die Sparren werden, so weit sie von außen sichtbar sind, abgehobelt und können einen geschnitzten Kopf erhalten. Verlangt das Deckmaterial eine Schalung, so wird auch diese „Gesimsschalung" unten abgehobelt und die Fugen mit schwachen Leisten gedeckt, wobei die Schalbretter auf gleiche Breite zugerichtet werden. Wird das Dach eingelattet, so müssen die Sparren beiderseits mit Falzen versehen werden von einer Tiefe, welche mindestens gleich der Bretterdicke ist, um die Latten über die Schalung hinwegführen zu können. Wegen des Abschlusses der Schalung an den Traufseiten wird zwischen je zwei Sparren ein Abdeckbrett angebracht, welches in Fig. 3 im Durchschnitt gezeichnet ist. Daselbst ist auch der unterste Schaldielen, „Gesimsdielen", zu sehen, welcher nach unten, wo er profilirt wird, mindestens so viel an Dicke zunimmt, als die Dicke der Schiefer beträgt. Auf diesen Dielen liegt die Dachrinne auf, welche jedoch nicht auf ihm direkt befestigt werden darf, sondern durch Kanaleisen getragen wird, welche auf die Sparren genagelt werden, deren jeder ein solches Eisen zu tragen erhält.

Will man den Kanal nicht am Giebel hinaufführen, wie in Fig. 1, Taf. 69, so läßt man ihn an einem eichenen, etwa 4 cm dicken, 18—21 cm breiten Brett, „Giebelbrett, Schutzbrett", abstoßen, Fig. 1, Taf. 68, welches auf mancherlei Weise dekorirt werden kann und den Zweck hat, das Deckmaterial längs der Giebelseiten zu schützen gegen Hebung von Seiten des Windes. An der Giebelspitze läuft das Brett in eine sogenannte „Giebelblume" aus, Fig. 1, Taf. 72, welche hinter sich eine Stütze hat, wie solche in Fig. 2 zu ersehen ist. Das Giebelbrett wird an den Giebelsparren, Fig. 2, Taf. 68, befestigt, und an der Rückseite mit einer durchlaufenden Nuthe versehen, in welche ein 15—18 cm breiter Blei- oder Weißblechstreifen eingesetzt und mittels Nägeln befestigt wird, damit das Regenwasser nicht in die Fuge zwischen Brett und Sparren eindringe. Um den Ablauf des Regenwassers von dieser Fuge zu ermöglichen, wird schon bei Herstellung der Schalung darauf Rücksicht genommen, d. h. ein abgeschrägter Dielen auf dem Sparren Fig. 2, Taf. 68, befestigt, wodurch auch das Deckmaterial gegen das Giebelbrett hin etwas gehoben wird.

Was nun die Konstruktion eines Hauptgesimses durch Verlängerung der Dachbalken anlangt, welche in den Fig. 5—7, Taf. 68, dargestellt ist, so ist diese wieder sehr einfach, indem man bei einem Walmdach an zwei Seiten die Balken, an den beiden anderen Seiten dagegen Stichbalken über die betreffende Mauerfläche vortreten läßt, welche sich in ein profilirtes „Gesimsholz" einzapfen, Fig. 5, Taf. 68, mit welchem sie nebst den Wechseln, die das Backsteingesims abdecken und zwischen je zwei Balken eingesetzt sind, Kassetten bilden, denen leicht eine quadratische Form gegeben werden kann. Die Kassetten werden nun mit verleimten oder besser mit gestemmten Tafeln ausgelegt, welche wieder bemalt und mit Rosetten geschmückt sein können.

Eine andere Bildung des Giebelgesimses als die auf Taf. 68 dargestellte zeigt Fig. 1, Taf. 69, in der isometrischen und Fig. 2 in der geometrischen Ansicht. Fig. 3—4 sind Durchschnitte durch das Trauf- und Giebelgesimse und Fig. 5 die Untersicht.

Wie man gern bei einem zwei- oder mehrstöckigen Gebäude aus Fachwerk die vortretenden Balkenköpfe um das Gebäude herumführt, so sind auch bei vorliegendem Giebelgesims die Sparrenköpfe mittels Stichsparren, deren Länge aus Fig. 5 ersichtlich ist, am Giebel angeordnet, wobei die Zwischenfelder des Traufgesimses auch am Giebel regelmäßig fortgeführt werden. Die Dachrinne setzt sich am Giebel fort und erhält da einen in ihrer Mitte nach der ganzen Länge eingelötheten, 12—15 cm breiten Bleistreifen, welcher über die äußerste Schieferlage des Ortganges umgelegt wird und diese gegen Hebung durch den Wind schützt, Fig. 8, Taf. 75. Das Übrige erklären deutlich die Figuren.

Fig. 1, Taf. 70, zeigt die Anordnung eines Traufgesimses, bei welchem die vortretenden Sparren noch mit konsolartigen Unterlagen, „Knaggen", unterstützt sind, wodurch eine reichere und gefälligere Gesimsbildung entsteht, wie dies noch in weit höherem Maße in Fig. 6, Taf. 72, der Fall ist, wo die weit vortretenden Dachsparren, wie solche in südlichen Gegenden*) zur Abhaltung der Sonne angeordnet werden, durch zwei oder mehrere Sattelhölzer unterstützt sind.

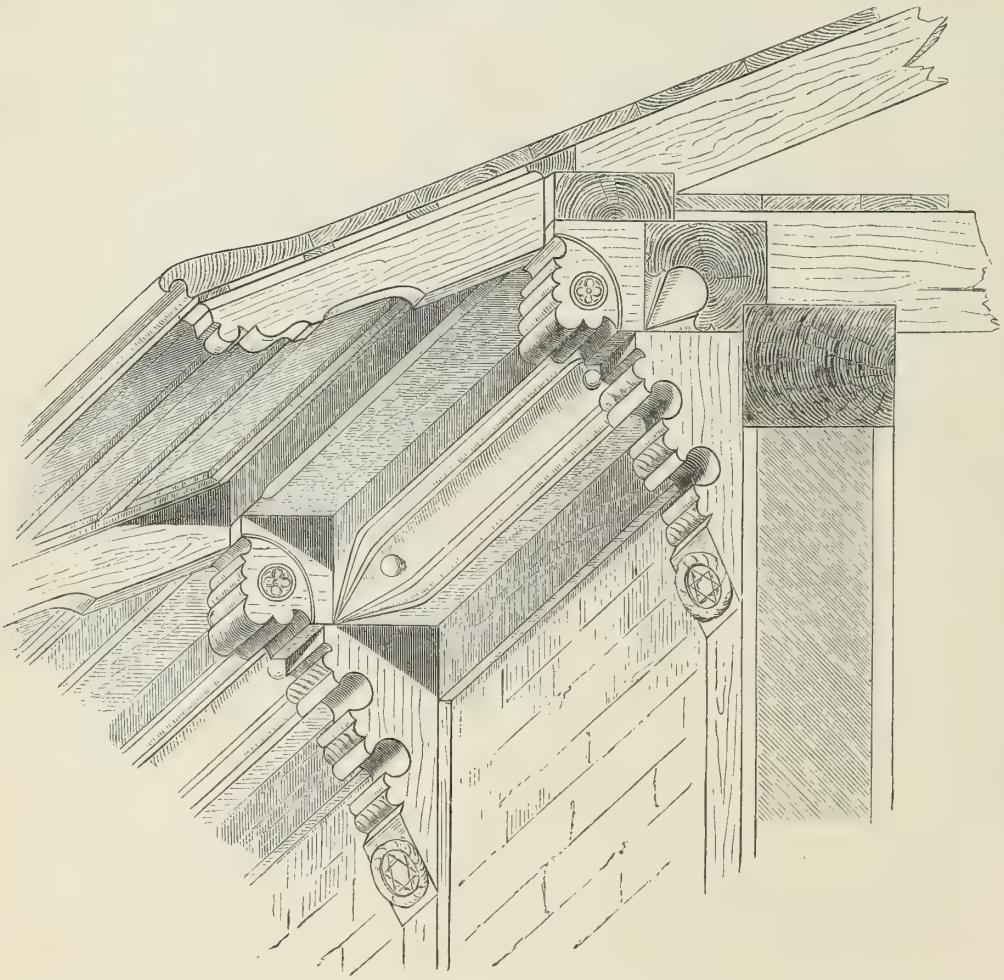
Will man das Hirnholz der Sparren gegen das Eindringen der Feuchtigkeit schützen, so ordnet man vor die Sparrenköpfe ein 4—5 cm dickes eichenes „Hängbrett" an,

*) Die italienischen Städte Florenz, Pisa ꝛc. zeigen schöne Beispiele solcher außergewöhnlich weit ausladender Gesimse.

welches aus den Fig. 2—4, Taf. 70, zu ersehen ist. Dabei kann das Traufgesims mit oder ohne Rinne hergestellt werden. Was die artistische Behandlung des Hängbrettes betrifft, so möchten wir der in Fig. 3 gezeichneten, nach welcher die Sparrenköpfe durch stellenweises Verbreitern des Brettes markirt sind, den Vorzug geben. Dies setzt allerdings eine regelmäßige Einteilung der Sparren voraus; ist dies nicht der Fall, so dürften Anordnungen wie Fig. 2 oder 4 am Platze sein, wodurch die Sparren ignorirt werden.

längerten Dachbalken, noch die überhängenden Dachsparren die Gesimsausladung bilden; vielmehr wird diese hergestellt durch die an den Dachbindern vorkommenden und über die Mauerflucht verlängerten Zangen, in welche Wechsel eingelassen sind zur Aufnahme der übrigen Stichbalken, unter denen Konsolen von entsprechender Größe angebracht werden. Die zwischen diesen entstehenden Felder können nun zur Anbringung kleiner Lichtöffnungen dienen, oder mittels Medaillons, Rosetten u. s. f. dekorirt werden.

Fig. 463.



Bei dem Traufgesims Fig. 5, Taf. 70, liegt die Gesimsschalung in den Falzen der Sparren unter den Latten, und ist ein besonderes Gesimsholz von 9—12 cm Stärke angenommen, welches in die Sparrenköpfe eingeschoben wird, wie dies aus der besonders dazu gefertigten Figur zu ersehen ist. Derartige Gesimskonstruktionen sind bei den Bahnwärterhäusern der badischen Eisenbahn zur Ausführung gekommen.

Eine sehr stattliche Gesimsbildung läßt sich nach den Fig. 1—3, Taf. 71, erzielen, bei welcher weder die ver-

Auf Taf. 68, Fig. 1, sind die Giebelsparren gleich den anderen auf den Pfetten aufgesattelt oder aufgekämmt und mittels Leistnägeln befestigt. Da diese Sparren jedoch je nach der Stellung des Hauses dem Winde sehr exponirt sind, so geben wir auf Taf. 72 in den Fig. 1—2 eine nicht ungewöhnliche und zugleich gut aussehende Verstärkungsweise der Giebelsparren durch Herstellung kleinerer Dreiecke mittels Riegeln oder Zangen und Hängpfostchen. Der Verband dieser Hölzer geschieht durch schwalbenschwanzförmige Verblattung. Die entstehenden Dreiecke bieten zugleich Felder dar für durchbrochene Füllungen aus Holz oder Metall.

Bestehen die Umfangswände aus Riegelfach, so wird meist nach Fig. 3 konstruirt, d. h. es wird der Druck der Sparren auf die Wand gebracht und zum Ableiten des Regenwassers Aufschieblinge angenommen, wodurch wieder der nichts weniger als zweckmäßige Leistbruch entsteht.

Eine einfache Konstruktion des Gesimses zeigt Fig. 4, bei welcher die Sparren durch ein Gesimsholz verbunden und abgegrenzt sind, wodurch Kassetten in schiefer Lage entstehen, während wir in Fig. 5—7, Taf. 68, solche in wagrechter Lage kennen gelernt haben.

Fig. 464.

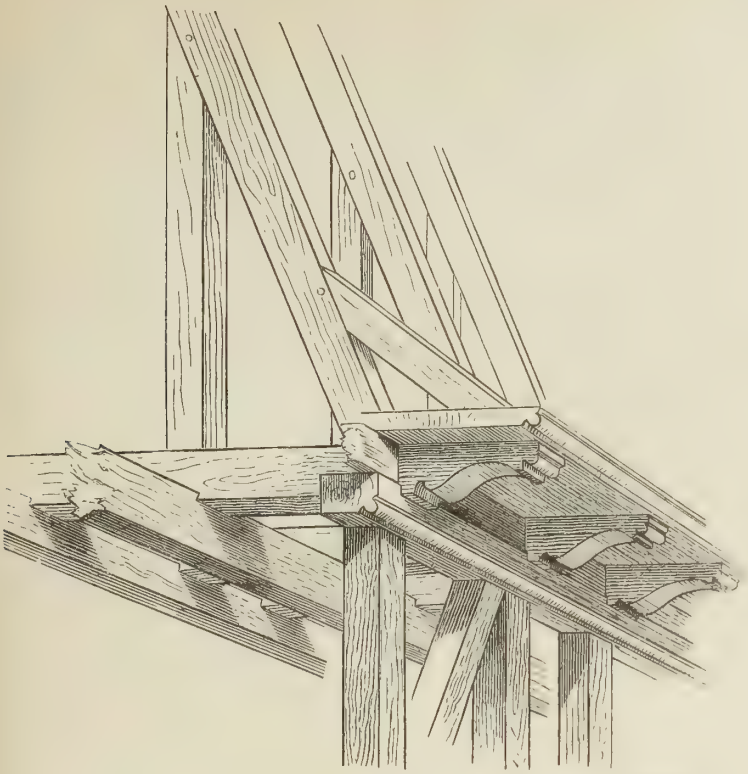


Fig. 465.

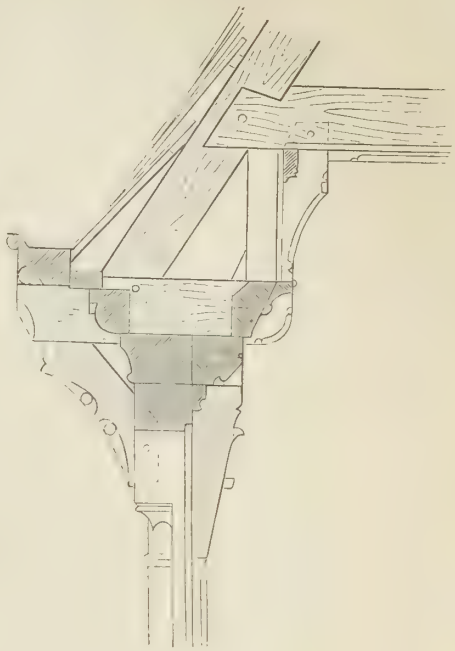
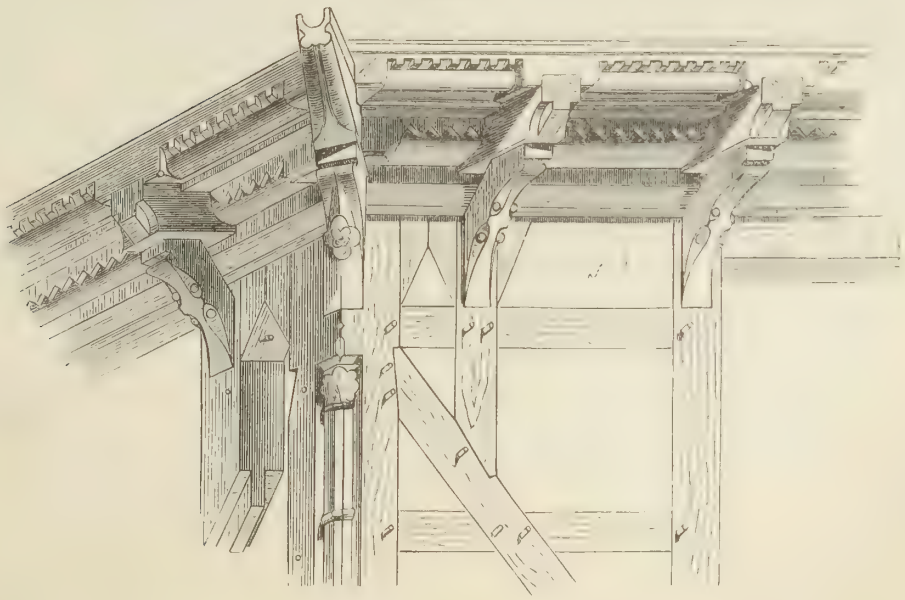


Fig. 466.



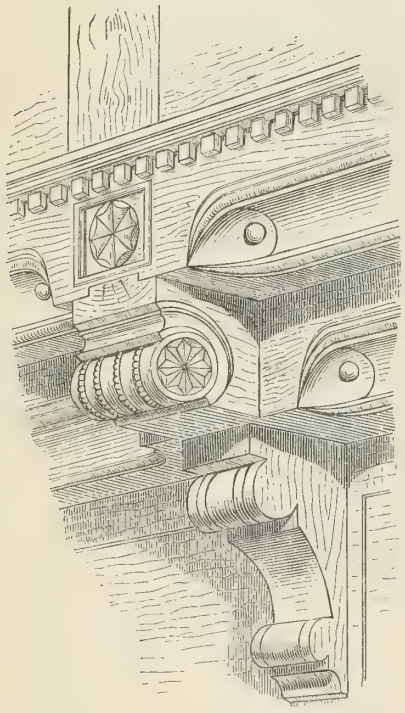
In Fig. 5, Taf. 72, endlich besteht die Gesimskonstruktion in der Verlängerung und konsolartigen Endigung der Dachbalken, auf welchen ein Gesimsholz liegt, in welches sich die Sparren einzapfen. Das Übrige erklärt die Figur.

Motive zur Bildung von Giebelblumen, Schutz- oder Hängbrettern sind dem Behse'schen Werke „der dekorative Holzbau" entlehnt.

Bei Fachwerkwänden kommen selbstredend nur Holzgesimse vor, deren einige in den Figuren 463—466 abgebildet sind.

Fig. 463 stellt ein kräftig gegliedertes Hauptgesims dar, welches durch vortretende Sparren- und Balkenköpfe, die durch Konsolen gestützt sind, gebildet ist. Die Einteilung der Wandpfosten stimmt mit der der Sparren überein, wodurch die Konsolen gut befestigt werden können. Die Wandpfette, Füllhölzer, Schalung u. s. f. bewirken den Abschluß des Gesimses. In Fig. 465 ist der Durchschnitt des Hauptgesimses Fig. 466 dargestellt; eine Anordnung, welche sich von den bisherigen dadurch unterscheidet, daß die Deckebalken, um mehr Höhe zu gewinnen, hinaufgerückt sind und von den eigentlichen Dachbalken nur kurze Stücke

Fig. 467.



übrig bleiben, welche zur Aufnahme der Sparren sowohl, als zur äußern und innern Gesimsbildung dienen. Dagegen findet bei Fig. 464 die Gesimsausladung durch Verlängerung der Dachbalken statt.

Schließlich ist in Fig. 467 noch ein Gesims gezeigt, welches bei zwei- oder mehrstöckigen Gebäuden aus Riegelfach, durch Übersetzen der Etagenwände, gebildet ist.

§ 3.

Die Ableitung des Wassers von den Dächern.

Was nun die Ableitung des Regenwassers von den Dächern betrifft, so haben wir schon Seite 99 des ersten Bandes bemerkt, daß zunächst zur Aufnahme des Wassers eine Rinne von Metallblech erforderlich ist und daß steinerne Rinnen mit Metallblech ausgefüttert werden müssen wegen der schwierigen Dichthaltung der Fugen. Die Materialien zur Rinne sind: Holz, mit Zink, Zinn oder Blei überzogenes Eisenblech, sogenanntes „Weißblech", Kupfer und Zink.

Am schlechtesten sind hölzerne Dachrinnen, wie solche auf dem Lande noch gebräuchlich sind, welche aus Halbholz durch Aushöhlung des Kernes hergestellt werden. Rinnen aus Weißblech werden ihrer Wohlfeilheit wegen viel gebraucht; sie bedürfen jedoch eines zwei- bis dreimaligen Ölfarbanstriches, um vor Oxydation geschützt zu sein. Die Blechtafeln werden je nach ihrem Format und der der Rinne zu gebenden Weite nach der Länge oder Breite derselben umgebogen und miteinander verlötet. Kupfer würde sich seiner großen Dauerhaftigkeit wegen am besten eignen für die Herstellung der Dachrinnen; es wird jedoch seines hohen Preises wegen selten dazu verwendet. Um so häufiger wird Zinkblech zu Dachrinnen verarbeitet, wobei auch der Anstrich erspart wird, da derselbe auf Zink schlecht hält, was hauptsächlich dem großen Ausdehnungsvermögen dieses Metalles zugeschrieben wird. Da diese Bleche in sehr großen Tafeln vorkommen, so erhalten die daraus gefertigten Rinnen auch wenig Lötstellen, „Nähte". Rinnen aus Schwarzblech bedürfen eines sehr sorgfältigen und gut unterhaltenen Anstriches, wenn sie nicht sehr bald von Oxyd durchfressen sein sollen.

Hierorts unterscheidet man „weite" und „enge" Rinnen, welche je nach der Größe der Dachflächen, bezw. der Größe des aufzunehmenden Wasserquantums verwendet werden. Die ersteren haben eine Weite von 15—18 cm, die letzteren eine solche von 9—12 cm. Auch der Grad der Rauhigkeit oder Glätte des Deckmaterials hat Einfluß auf die Dachrinnengröße, indem bei glatter Dachfläche, wie solche unter Verwendung von Schiefern, Metallblechen u. s. f. geboten wird, das Wasser rascher abfließt, als dies z. B. bei Ziegeln von gewöhnlich rauher, poröser Oberfläche der Fall ist. Ferner unterscheidet man „gewöhnliche" Dachrinnen und „besondere", sogenannte „Gesimskanäle", je nachdem dieselben eine halbcylindrische Form haben oder nach besonderer Zeichnung angefertigt werden müssen.

Der vordere Rand der Rinne wird gewöhnlich zu einem Wulst umgebogen, um demselben mehr Steifigkeit zu geben, welche durch Einziehung eines Eisendrahtes, der die Wulst-

höhlung ausfüllt, noch vermehrt wird. Quer in der Rinne eingelötete Spangen oder Blechwulste tragen ebenfalls sehr zur Steifigkeit derselben bei. Fig. 3, Taf. 75.

Da bei eintretendem Tauwetter, insbesondere bei Schieferdächern, größere Schneemassen sich vom Dache ablösen und einen Druck auf die Rinne ausüben, welchem dieselbe selten zu widerstehen vermag, so ordnet man an den Dachseiten, auf welche die Sonne einwirken und die Schneerutschen veranlassen kann, sogenannte Schneefänge von 9—12 cm breiten durchbrochenen Eisenplatten an, welche 3—6 cm von der Dachfläche abstehen und mittels eiserner Winkel fefestigt werden.

Der hintere Rand der Rinne muß immer höher als der vordere liegen, damit bei etwaiger Verstopfung der Abläufe das Regenwasser nach vorn überfließt und das Gesims nicht beschädigt. Fig. 3, Taf. 75.

Die Rinne, als Bestandteil des Gesimses, sollte deshalb immer genau horizontal angemacht werden; will man jedoch dem Wasser Gefäll verschaffen, so ist ein eingelöteter zweiter Boden nötig, welcher dies bewirkt. Da man durchschnittlich in Entfernungen von 18 m Rinnenlänge das Wasser abzuleiten sucht, so hat man nur auf je 9 m Länge ein Gefäll von 3—6 cm herzustellen. Ist jedoch der Doppelboden einmal beschädigt, so setzt sich das Wasser zwischen beide Kanäle, und da dasselbe schwer verdunsten kann, so findet eine frühzeitige Zerstörung der Doppelrinnen statt, weshalb solche hierorts vermieden werden und man vorzieht, den Rinnen eine unmerkliche Neigung zu geben, um das Wasser, wenn auch langsam, abzuleiten.

Die Rinne wird in „Rinneisen, Rinnhaken, Kanaleisen" gelegt, welche am besten an jedem Sparren befestigt werden. Sind diese jedoch nicht regelmäßig eingeteilt, so bringt man ein starkes Traufbrett an von etwa 4—5 cm Stärke, worauf die Dachhaken in regelmäßiger Einteilung befestigt werden können. Da die Dachhaken teilweise sichtbar sind, so kann man sie in ein Blatt, in Ranken u. s. f. enden lassen, im Fall das Gebäude eine künstlerische Durchbildung aller seiner Teile verlangen sollte. Fig. 2, Taf. 75. Je nach der Gesimsbildung werden die Rinnhaken seitwärts an den Sparren, oder auf denselben, oder an der Stirne der Dachbalken befestigt. Fig. 1 und Fig. 6, Taf. 75. Die Stärke der Rinnhaken hängt davon ab, ob sie auf dem Gesimse aufliegend oder frei die Rinne zu tragen erhalten. Im letzteren Falle ist die Rinne an die Traufe gehängt, wodurch eine gute Anordnung entsteht, da das überlaufende Wasser, im Falle eine Verstopfung der Rinne vorkommen sollte, dem Gesimse nicht schadet. Liegt dagegen die Rinne auf dem Gesimse auf, so ist das Anbringen einer Wassernase zweckmäßig, wodurch das überlaufende Wasser von dem Gesimse zum Abtropfen gebracht wird. Fig. 1—3, Taf. 75. Die Wassernase besteht aus einem 3 cm breiten Blechstreifen, welcher unten längs der Rinne unmittelbar vor dem Gesimse angelötet ist. Sehr empfehlenswert ist ferner eine Abdeckung des Gesimses mit Metallblech, soweit nämlich, als dasselbe durch irgend welche Beschädigung der Rinne vom durchdringenden Wasser durchnäßt werden könnte. Diese Abdeckung erhält hinten einen aufwärts gebogenen, vorn dagegen einen abwärts gebogenen Rand und ist mit dem nötigen Gefälle nach vorn zu versehen. Auf diese Weise allein ist das Gesims geschützt, es mag aus Stein oder Holz bestehen.

Die Rinnhaken haben nun nicht allein die Aufgabe, die Rinne zu tragen, sondern sie auch so zu fassen, daß sie vom Winde nicht gehoben werden kann. Dies geschieht nun entweder dadurch, daß das vordere Ende des Hakens um den Wulst nach innen umgebogen wird, Fig. 8—9, Taf. 75, oder dasselbe wird hinter dem Wulst durch die Rinne gesteckt und nach außen über den Wulst gebogen, in welchem Falle ein schmaler Streifen, dem Querdurchschnitt des Rinneisens entsprechend, aus der Rinne ausgeschnitten werden muß. Die erste Methode ist jedoch dieser letzteren vorzuziehen. Bei ordinären Rinnen wird der hintere Rand derselben durch eine am Rinnhaken angenietete Feder gefaßt. Fig. 6, Taf. 75. Bei flachen Dächern dagegen liegt der hintere Teil der Rinne meist auf der Schalung auf, wenn man die Rinne nicht anhängen will, in welchem Falle der aufgebogene Rand stellenweise durch Haften gefaßt wird, welche auf der Schalung genagelt werden. Fig. 7, Taf. 75. Eine direkte Nagelung der Rinne auf der Schalung wäre sehr verfehlt, da die Beweglichkeit des Holzes sehr bald ein Zerreißen der Rinne zur Folge haben würde. Bei Fig. 9, Taf. 75, ist Blech als Deckmaterial angenommen; die untersten Tafeln bilden einen Falz mit dem hinteren Rande der Rinne, die durch einen 12—15 cm breiten, auf der Schalung befestigten starken Zinkreifen a, den sogenannten „Vorstoß", gegen Hebung durch den Wind geschützt wird.

Die eisernen Rinnhaken sind vor ihrer Befestigung gut anzustreichen, da dies später nicht mehr vollständig an denselben geschehen kann. Sind sie für Zinkrinnen bestimmt, so werden sie entweder mit Blei umwickelt oder besser verzinnt, da eine längere Berührung von Zink mit Eisen unter Zutritt von Feuchtigkeit die Zerstörung des ersteren zur Folge hat. Auch die Lagerung des Zinkes auf frischem Holz, insbesondere Eichenholz, wirkt zerstörend auf das Metall. Es ist daher trockenes und gut angestrichenes Holz als Unterlage für Zinkkanäle zu empfehlen. Schließlich möchten wir auf die Ausdehnung der Kanäle, insbesondere der aus Zink bestehenden, aufmerksam machen, welcher Rechnung getragen werden muß, wenn man das baldige Öffnen der Lötstellen verhindern will. Es sind daher die Kanäle in einer Weise zu unterstützen und gegen Hebung durch den Wind zu sichern, daß deren Ausdehnung und Zusammenziehung unbehindert vor sich gehen kann.

§ 4.

Die Ableitung des Wassers aus den Dachrinnen geschah bei den antiken Tempelbauten bekanntlich durch Löwenköpfe, welche, an der Sima des Traufgesimses regelmäßig angeordnet, das Wasser ausspieen. Im Mittelalter bediente man sich entweder gewöhnlicher kurzer Kanalstücke als Wasserspeier oder verschiedener phantastisch gestalteter Figuren von Stein oder Metall, welche diesen Zweck erfüllten. Abgesehen von der Unbequemlichkeit für die Vorübergehenden, hat diese, obschon an und für sich malerische Anordnung auch noch den Nachteil, daß sie Feuchtigkeit am Gebäude erzeugt durch Spritzwasser und dadurch, daß der Wind oft das herabfallende Wasser gegen das Gebäude schleudert; außerdem können durch Aufweichen des Bodens nachteilige Senkungen entstehen, weshalb schon längst in Städten das Herabführen des Regenwassers in „Abfallröhren" von Blech oder Gußeisen vorgeschrieben ist.

Die Abfallröhren werden außen am Gebäude herabgeführt, zunächst an den Ecken oder hinter Vorsprüngen in besonders dazu hergerichteten Vertiefungen, doch so, daß sie bei vorkommender Reparatur herausgenommen werden können. Sie dürfen nicht in zu großen Entfernungen angebracht werden, damit das Wasser schnell abgeführt wird, auch müssen sie einen hinreichend großen Querschnitt erhalten, um bei heftigen Regengüssen alles Wasser fassen zu können, und auch damit sie im Winter nicht so leicht einfrieren. Dies letztere aber wird besonders dann verhütet, wenn man sie nicht ins Freie münden läßt, sondern bis in einen frostfreien unterirdischen Kanal hinabführt. Die Entfernung der Abfallröhren von einander sollte nicht mehr als 18 m betragen, so daß das Wasser in der Dachrinne nur einen Weg von 9 m bis zum Ablauf zu machen hat. Analog den engen und weiten Dachrinnen hat man auch „enge" und „weite" Abfallröhren, wovon die ersten einen Durchmesser von 6—9 cm, die letzteren einen solchen von 12 bis 15 cm haben.

Die Abfallröhren werden durch „Rohreisen, Rohrschellen" r, Fig. 4—5, Taf. 75, mit der Mauer verbunden; sie sind mit einem Scharnier versehen, um sie bei Reparaturen öffnen und die Röhre herausnehmen zu können. Die Ausmündung der Rinne in die Abfallröhre wird bei freistehenden Häusern und wenn Bäume in deren Nähe sich befinden, vergittert, um Verstopfungen vorzubeugen; auch darf man dem obersten Teil der Abfallröhre von der Rinne bis zur Mauer keine zu flache Lage geben, sondern es ist mehr ein steiler, stetiger Übergang in die vertikale Abfallröhre anzunehmen, wie etwa Fig. 5, Taf. 75, einen solchen zeigt. Die vielen unzweckmäßigen und unschönen Verkröpfungen der Abfallröhre um die horizontalen Gesimse sind zu vermeiden und die Röhre womöglich von oben bis unten ohne Unterbrechung fortzuführen. Die Rinne enthält einen konischen angelöteten Zapfen, welchen die Abfallröhre umschließt; oder es erweitert sich die Röhre gegen die Rinnenöffnung und nimmt das Wasser mittels eines besonderen Einsatzes auf, welche Konstruktion in Fig. 4, Taf. 75, zu ersehen ist.

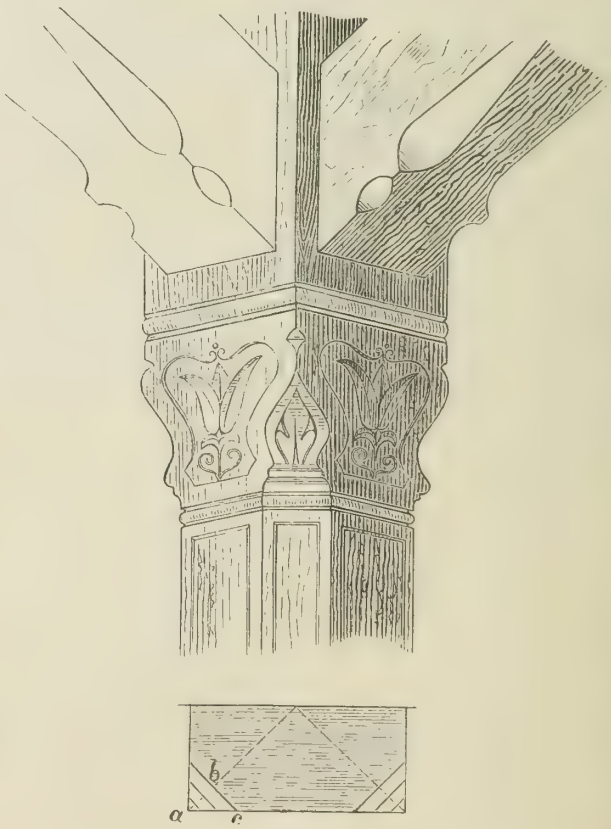
Die Abfallröhren und Rinnen werden gewöhnlich von gleicher Sorte Blech hergestellt. Was bei der Konstruktion der Rinnen über Anstrich, Verzinken der Rinneisen u. s. w. gesagt wurde, gilt auch hier.

§ 5.

Schließlich seien noch einige hölzerne Stützenbildungen erwähnt, welche auf Taf. 74 in den Figuren 1—7 abgebildet sind.

Bei der Anlage steinerner Stützen wird die zu tragende Last in der Regel direkt auf das Kapitäl gesetzt, welches die Vermittelung des Druckes auf die Stütze übernimmt. Da diese vermöge ihrer Schwere und ihres Verhältnisses

Fig. 468.

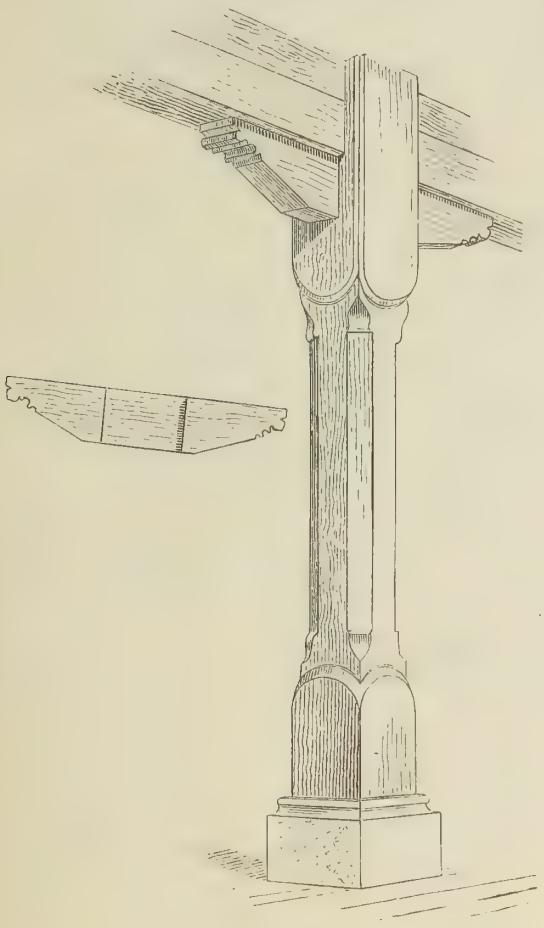


der Dicke zur Länge, welch' letztere selten über das Zehnfache der ersteren hinausgeht, im Stande ist, sich selbst aufrecht zu erhalten, fest zu stehen ohne Beihilfe anderer Konstruktionsteile, so kann die steinerne Stütze in dieser Beziehung ein selbständiges, architektonisches Element genannt werden. Darin unterscheidet sie sich aber wesentlich von der hölzernen Stütze, welcher diese Eigenschaften der Selbstän-

digkeit und Unabhängigkeit abgehen, indem dieselbe an beiden Enden durch andere Konstruktionsteile gefaßt werden muß, um sich in stehender Lage zu erhalten, wovon nicht allein das geringe spezifische Gewicht, sondern auch das Verhältnis der Dicke zur Länge, welches etwa das Doppelte der steinernen Stütze beträgt, Ursache ist.

Diesem äußerst schlanken Verhältnisse einerseits ist der unangenehme Eindruck zuzuschreiben, welchen wir empfinden beim Ansehen eines Holzpfostens, dem direkt auf dem Kapitäl die Last auferlegt ist. Andererseits ist es aber gerade wieder diese Belastung durch Balken, Unterzüge u. s. w., welche vermöge ihrer entschiedenen Längenausdehnung eine

Fig. 469.



weitere Unterstützung zwischen den Pfosten wünschenswert macht. Dies wird erfüllt durch Anbringung von Bügen, Kopfbändern, Sattelhölzern u. s. w., wovon einige Beispiele in den Fig. 1—5, Taf. 74, gegeben sind. Durch diese Anordnung wird aber nicht allein der belastende Teil besser gestützt, wodurch die Pfosten eine größere Entfernung von einander annehmen können, sondern es findet auch zugleich eine Absteifung der Pfosten selbst statt, und zwar nach allen vier Seiten, wenn die Unterzüge sich kreuzen, wie dies in den Fig. 4—5 gezeigt ist. Durch diese den Druck vermittelnden Verbandstücke erscheint aber der Pfosten kürzer, das Kapitäl rückt herunter und die Gesamtwirkung wird entschieden günstiger. Wir haben hier wieder den Fall vor uns, nach welchem die Befriedigung der ästhetischen Anforderungen auch die der konstruktiven ist; d. h. eine Übereinstimmung beider.

Bezüglich der artistischen Ausbildung der Pfosten haben wir zwei Behandlungsweisen zu unterscheiden, und zwar erstens die Herstellung der Form durch Hobeln und Schnitzen aus dem vollen Holze, und zweitens die Bildung derselben durch Aufsetzen oder Bekleiden des rauhen Kernes. Die erstere, welche in unseren Figuren angenommen ist, gewährt eine freie Formgebung und entspricht am meisten dem zur Bildnerei gleichsam auffordernden Material. Dagegen gewährt die zweite den Vorteil, daß die entstehenden Risse, welche kaum bei starken Hölzern zu vermeiden sind, verdeckt oder bemäntelt werden.

Aus dem vollen Holze ist das Kapitäl Fig. 468 geschnitten, dessen Form hauptsächlich auf der Überführung der schmäleren Achteckseite b c des Pfostens in die Kante a beruht. Dagegen verursacht die Kapitäl- und Fußbildung des Pfostens Fig. 469 mehr Arbeit, indem zuerst die vier Begrenzungsflächen des Pfostens zurückgesetzt werden müssen, bevor man die Kanten brechen und die Übergänge oben und unten herstellen kann.

Achtes Kapitel.

Die Treppen.

§ 1.

Allgemeines.

Im vierten Kapitel des I. Bandes wurde schon bei der Erklärung der Steintreppen die Terminologie bei den Treppen, deren Einteilung und Benennung, je nach ihrer Form, das Verhältnis des Auftrittes zur Steigung, sowie die Berechnung des für eine Treppenlage nötigen Raumes besprochen, worauf wir zurückverweisen.

Die Treppen werden entweder aus weichem oder hartem Holze hergestellt, oder man verwendet beide Holzarten, und zwar so, daß man die dem Abnutzen stark ausgesetzten Teile als wie die Trittstufen aus hartem, die übrigen Teile wie Futterstufen und Zargen aus weichem Holze anfertigen läßt. Ein solches Verfahren geschieht aber hauptsächlich aus ökonomischen Gründen, da das weiche Holz weit billiger als das harte ist, und verdient eine Treppe, aus reinem, astfreiem Eichenholz konstruirt, ihrer bedeutenden Dauerhaftigkeit und des guten Ansehens wegen den Vorzug. Denn während

Treppen aus Tannenholz eines Oelfarbanstriches bedürfen, ist das Eichenholz nur zu ölen und zu firnissen. Hier in Karlsruhe werden nur untergeordnete und weniger frequentirte Treppen, als Dienstttreppen, Bodentreppen u. s. f., aus Rothtannen- oder Forlenholz hergestellt.

Der Handgriff einer Treppe sollte immer polirt werden und schon deshalb aus einem harten, feinaderigen Holze bestehen. Man nimmt auch bei besseren Treppen gewöhnlich Kirschbaum-, Pflaumbaum- oder Mahagoniholz, was auch um so leichter ausführbar ist, da der Bedarf an Material nur gering und der Arbeitslohn von diesem unabhängig ist.

Werden die Geländerstäbe gerade und rechteckig im Querschnitt gestaltet, so können sie auch von Nadelholz hergestellt werden, weil dieses am geradesten gewachsen zu sein pflegt, und daher die schwachen Geländerstäbe, weniger „über den Span geschnitten", haltbarer sind. Bei runden, gedrehten Geländerstäben wird man aber hartes Holz verwenden müssen, und es ist die Wahl ziemlich gleichgültig, wenn das Holz nur fest und geradwüchsig ist. Gespaltenes Holz ist hier immer dem geschnittenen vorzuziehen.

Vor allen Dingen muß das sämtliche, zu den Treppen zu verwendende Holz möglichst trocken sein, damit das Schwinden und Werfen desselben ein Minimum werde. Ferner sollen Dielen und Bretter nur Kernholz und keinen sogenannten Splint enthalten und möglichst astfrei sein. Besonders bei den zu Trittstufen verwendeten Dielen sind große Äste sehr nachteilig, weil diese, härter als das umgebende Holz, weniger abgetreten werden und daher bald Erhöhungen bilden, welche die Treppe gefährlich oder wenigstens doch unbequem zu begehen machen.

Neben einem guten Material muß auf eine recht exakte und sorgfältige Arbeit gesehen werden, und gehören die Konstruktionen hölzerner Treppen, welche zum Schmuck des Hauses wesentlich beitragen können, mitunter zu den schwierigsten Arbeiten des Zimmermannes.

Beim Entwerfen von Gebäuden ist es insbesondere die Lage, Form und Größe der Treppe, welche auf die Gesamteinteilung influirt, und wenn einmal hierüber feste Bestimmungen getroffen sind, so ergiebt sich das Übrige in der Regel bald. So ist z. B. bei Miethäusern die Treppe anzuhängen oder unmittelbar am Eingang anzulegen und so einzurichten, daß jeder Etage oder jeder Wohnung ein besonderer Glasabschluß gegeben werden kann, während bei Wohngebäuden für eine Familie die Treppe am besten in der Mitte des Hauses ihren Platz findet, wobei gewöhnlich neben der bequemen Verbindung der übereinander gelegenen Räume auch hell erleuchtete Vorplätze erzielt werden.

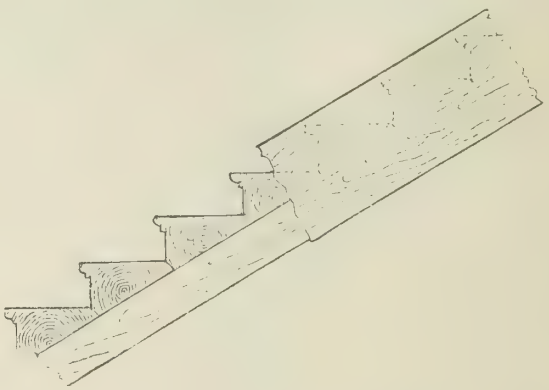
Was nun die Konstruktion der Treppen anbelangt, so ist dieselbe abhängig von der Bildung der Stufen selbst und der Art der Unterstützung derselben an ihren Enden.

Die Stufen können sein:

1) Blockstufen; 2) eingeschobene Stufen; 3) versetzte Stufen mit Futterbrettern oder Setzstufen, und 4) aufgesattelte Stufen mit Setzstufen.

1) Zu den ältesten Holztreppen möchten wohl die zu zählen sein, welche der Steinkonstruktion nachgeahmt sind und aus Blockstufen, die aus dem vollen Holze gearbeitet werden, bestehen. Zur Unterstützung derselben dienen balkenartige Zargen, wie dies Fig. 470 darstellt. Dabei können

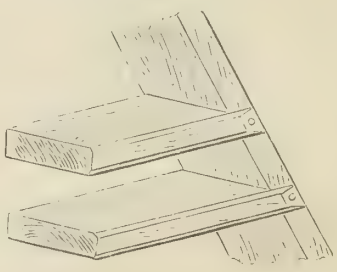
Fig. 470.



die Trittköpfe entweder sichtbar bleiben oder mit Dielen abgedeckt sein, welche eine Art Wange bilden. Diese Konstruktion, welche sich nur für Treppen mit geraden Armen eignet, dürfte nur noch in sehr holzreichen Gegenden Verwendung finden; außerdem reißen die starken Hölzer stark auf und gewähren dadurch kein gutes Ansehen.

2) Die Treppen mit eingeschobenen Stufen oder die „Leitertreppen", wie solche meist aus weichem Holz konstruirt und als Bodentreppen verwendet werden, gehören zu der einfachen geradarmigen Treppen-Konstruktion. Sie können vollständige, aus Tritt- und Setzstufen bestehende Stufen sein, oder nur aus Trittstufen bestehen, denen die Setzstufen fehlen. Letztere Konstruktion ist die am meisten vorkommende und in Fig. 471 isometrisch abgebildet.

Fig. 471.



Die Trittstufen sind mit ihren Hirnenden in die Wangen etwa 3 cm tief eingelassen und stehen etwa 3 cm über der Wangenoberfläche vor, woselbst sie abgeschrägt und genagelt werden.

3) Treppen mit eingesetzten Stufen, welche man auch gestemmte Treppen nennt, sind aus Trittstufen, Setz- oder Futterstufen und Wangen zusammengesetzt, wie dies Fig. 472 im Längenschnitt und Fig 473 im Querschnitt darstellt.

Fig. 472.

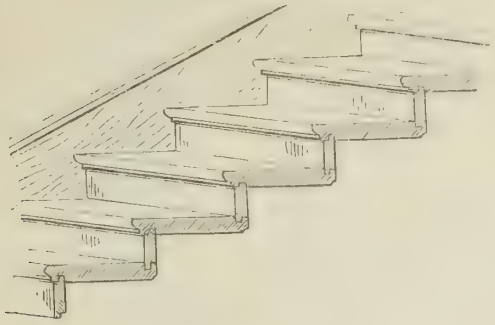
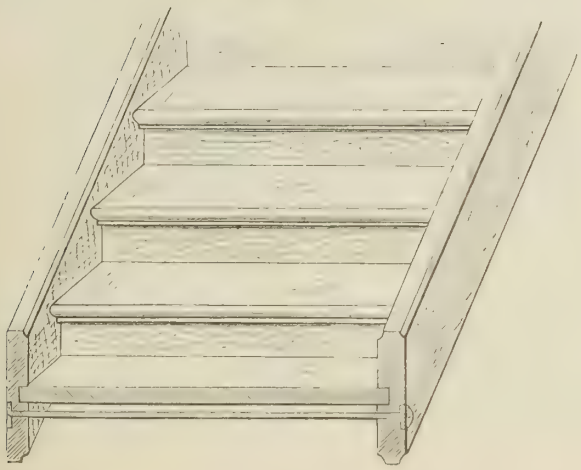


Fig. 473.



Die Trittstufen erhalten eine Stärke von 4—6 cm, werden an der Vorderkante mit abgerundetem Profil ver-

Fig. 474.

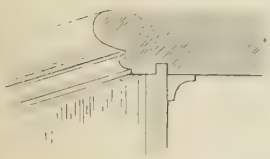
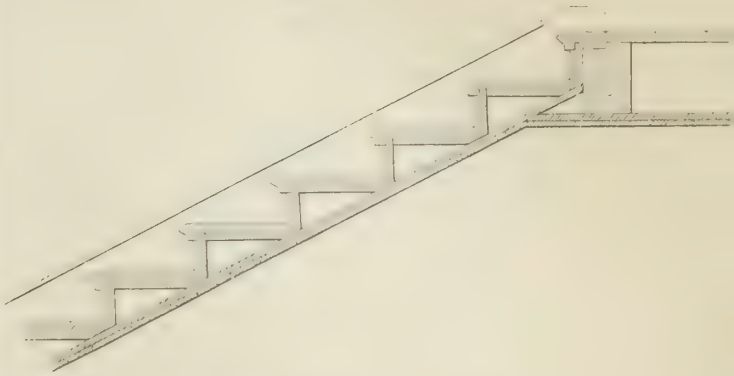


Fig. 475.

Fig. 476.

sehen, Fig. 474—476, mit dem sie 4—6 cm über die Futterstufen vortreten. Die Hinterkante der Trittstufen ist meist bündig mit der hinteren Seite der Futterstufen, Fig. 472, mitunter stößt sie an die vordere Seite der Futterstufen, wodurch aber unschöne weite Stufen entstehen, Fig. 477, oder sie tritt hinter denselben vor, Fig. 487.

Fig. 477.



Die Futter- oder Setzstufen bestehen aus 2 cm starken Brettern und werden entweder in die Wangen eingelassen ähnlich den Trittstufen, oder sie stoßen dort stumpf an, was weniger schön ist. Nach Fig. 472 sind die Futterstufen oben und unten in die Trittstufen eingelassen, wodurch saubere Arbeit erzielt werden kann.

Die Treppenwangen werden aus 6 bis 9 cm starken Bohlen konstruirt, deren Breite sich nicht unmittelbar ergiebt, sondern erst aus der Steigung der Treppe bestimmt werden kann; es muß nämlich die Wange über der Vorderkante der Trittstufe, vertikal gemessen, noch 5—6 cm Holz behalten, und ebensoviel unter der Hinterkante der Trittstufe, woraus sich die rechtwinkelig gemessene Breite ergiebt. Diese kann durch Zeichnung, aber auch durch Rechnung gefunden werden nach der Formel:

$$B = (d + h + 2a)\frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}},$$

wobei B die zu suchende Wangenbreite, h die Steigung, b den Auftritt, d die Stärke der Trittstufen und a den Vorsprung der Wange zu den erwähnten Punkten (das sind 5—6 cm) bezeichnet.

Bei einer geraden Treppe stemmt sich das untere Ende der Zargen gewöhnlich gegen den fest versetzten, meist steinernen Antritt, in welchen sie, sowie in den Geländerpfosten eingelassen sind, Fig. 478; das obere Ende dagegen ist auf einen Wechsel aufgeklaut, Fig. 479, welcher die Stichbalken des Stiegenhauses aufnimmt. Da bei geraden Treppen die Zargen oft eine namhafte Länge erhalten, wodurch sie sich leicht werfen können, so sucht man sie ein bis zwei Mal mittels Schraubenbolzen, welche die Treppenbreite zur Länge haben, Fig. 473, zusammen zu halten. Die Schraubenbolzen erhalten runde Muttern, um sie samt den Köpfen sauber einlassen zu können. Will man die Unterſicht der Treppe durch Deckleisten bereichern, so

können die Schraubenbolzen hinter denselben versteckt werden, Fig. 476.

Bei geraden gebrochenen Treppen hingegen, mit oder ohne Podest, werden die oberen Enden der Wangen des ersten Laufes, sowie die unteren Wangenenden des zweiten

Fig. 478.

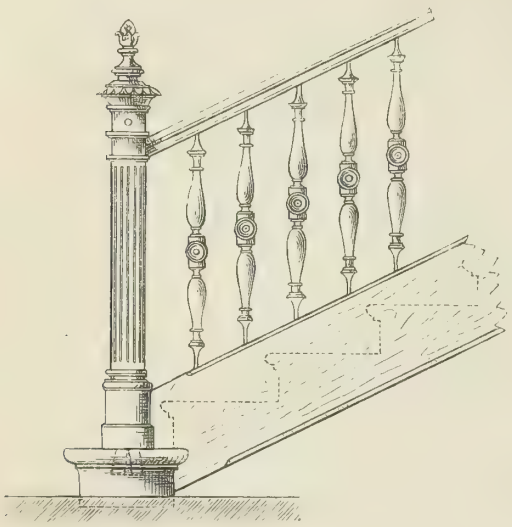
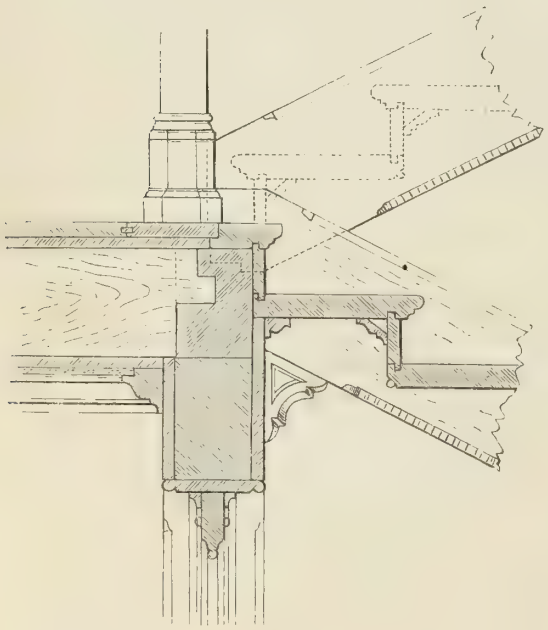


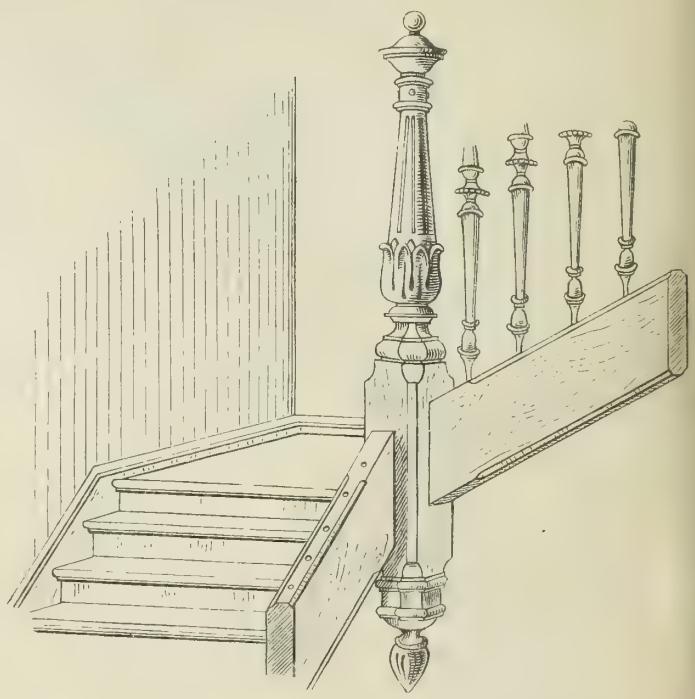
Fig. 479.



Laufes entweder in einen Pfosten, Fig. 3, Taf. 77, oder in einen Geländerpfosten, Fig. 10—12, Taf. 77, oder in eine Hängsäule, Fig. 480, oder endlich in ein sogenanntes Kropfstück, Fig. 2, Taf. 76, eingesetzt. Die Verbindung geschieht gewöhnlich durch den Doppelzapfen, welcher aus Fig. 12, Taf. 77, ersichtlich ist.

Wie bei den Treppen aus Stein haben wir auch hier äußere und innere Wangen. Die äußeren Wangen ziehen längs der Mauer hin und können durch sogenannte „Stiegenhacken", welche in die Fugen des Mauerwerkes eingreifen, gefaßt und getragen werden, weshalb man sie

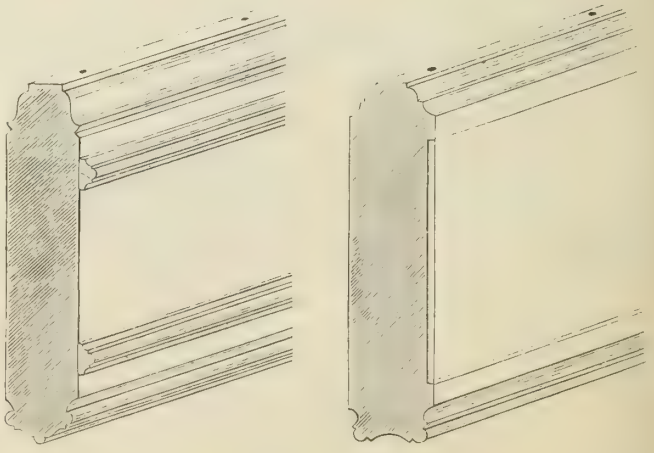
Fig. 480.



auch schwächer halten kann, als die inneren Wangen, die blos an ihren Enden unterstützt sind.

Zur Profilirung der Wangen werden für die obere Begrenzung solche Profile gewählt, in welche sich nicht

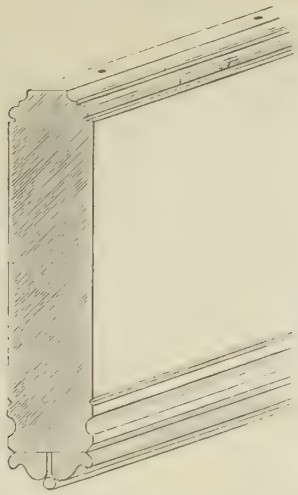
Fig. 481. Fig. 482.



leicht Staub einsetzen kann; dagegen kann der unteren Begrenzung durch beliebige Profile und namentlich durch das Aufsetzen von Zierleisten ein gefälligeres Ansehen gegeben werden. Beispiele profilirter Wangen zeigen die Fig. 481

bis 483. Auch füllt man gern die spitzen Winkel an der Endigung der Zargen durch Knaggen oder kleine Träger

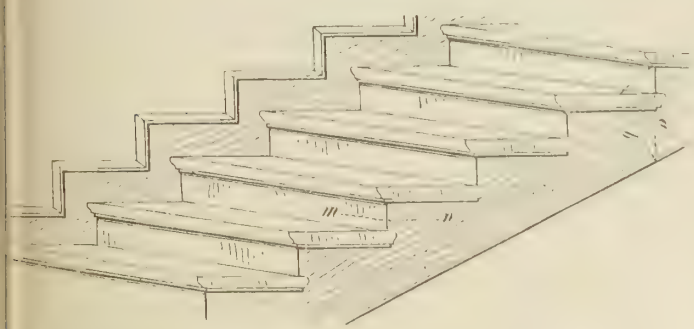
Fig. 483.



aus, Fig. 479. An der oberen Seite der Zargen werden die Geländerstäbe Fig. 478 eingesetzt. Was endlich

4) die Treppen mit aufgesattelten Tritt- und Setzstufen betrifft, so unterscheiden sie sich von den letztgenannten durch die Form der Zarge und die Art der Befestigung der Tritt- und Futterstufen, sowie der Geländerstäbe. Die Zargen werden nämlich stufenförmig ausgeschnitten, Fig. 484 und 485, und auf die Absätze der Trittstufen aufgenagelt oder besser aufgeschraubt. Dabei treten die Hirnenden über die Zargen vor und bilden die Wiederkehr des Trittprofils. Da aber am Hirnholze sich Profile nicht sauber aushobeln lassen, so erhält jede Trittstufe am Hirnende eine eingeschobene Leiste, „Hirnleiste", Fig. 486.

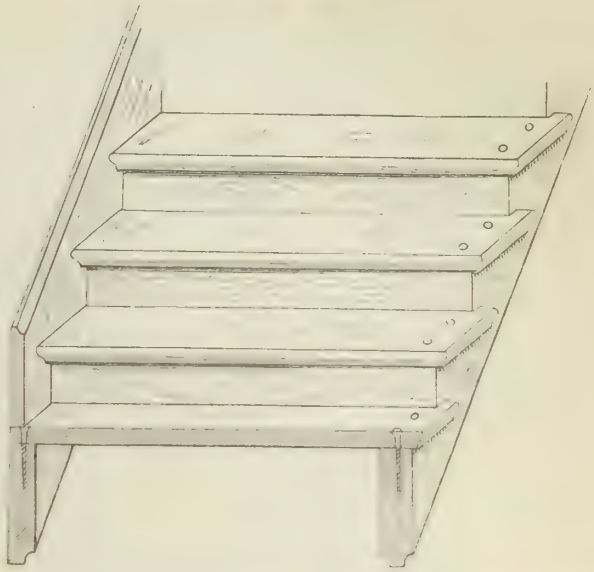
Fig. 484.



Die Setzstufen werden mit den Trittstufen durch Nutung verbunden, wie bei den gestemmten Treppen, und die Enden derselben an die senkrechten Absätze der Wangen genagelt. Damit aber nur eine wenig bemerkbare Fuge entsteht, werden Wange und Setzstufen auf Kehrung zusammengepaßt, Fig. 486.

Die Wangen dieser Treppen erhalten 10—15 cm Stärke und müssen an der schwächsten Stelle bei a, Fig. 484, vertikal gemessen, noch 18—22 cm von der Unterkante der

Fig. 485.



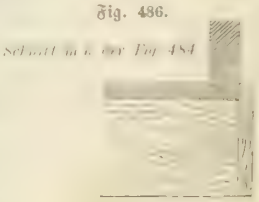
Trittstufen abwärts vortreten, wodurch die rechtwinkelige größte Breite B (die in Fig. 484 mit b bezeichnet ist) gefunden werden kann:

$$B = (d + h + a)\,\frac{b}{\sqrt{b^2 + h^2}},$$

wobei die Buchstaben dieselbe Bedeutung haben, wie bei der schon erwähnten Formel, nur mit dem Unterschiede, daß a = 18—22 cm beträgt.

Sollen gerade aufgesattelte, ganz frei stehende Treppen bei namhafter Länge der Wangen ein zierliches Ansehen erhalten, welches meist von den Verbindungstreppen der Verkaufslokale mit den Magazinen verlangt wird, so kann man sich mit Vorteil der ⊤-Schienen bedienen, welche auf die unteren Seiten der Wangen aufgeschraubt werden und der Treppe bei geringer Wangenstärke doch die erforderliche Sicherheit und Festigkeit verschaffen.

Fig. 486.

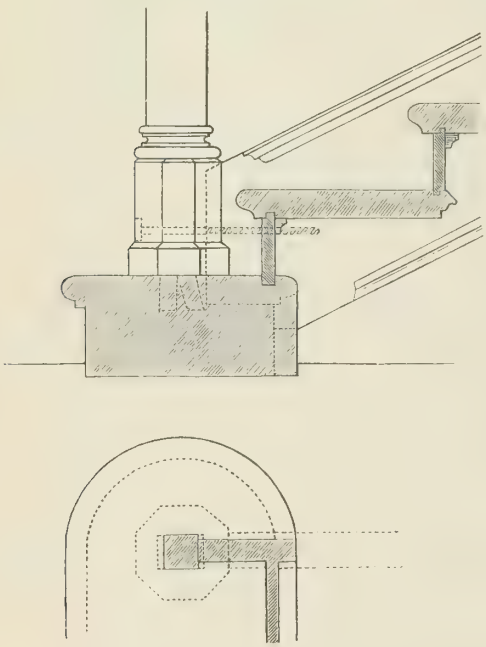


Die aufgesattelten Treppen sehen gefälliger aus und bieten bei gleicher Größe auch mehr Raum, wie die gestemmten Treppen, was seinen Grund darin hat, daß die Trittstufen über die Wangen sich erstrecken und an letzteren, und zwar an ihrer Außenseite, die Geländerstäbe befestigt werden können. Somit kann bei gleicher benutzbarer Länge der Trittstufen aufgesattelter und gestemmter Treppen bei erster Konstruktion das Treppenhaus schmäler angelegt

werden, als bei letzter, welcher Vorteil namentlich in großen Städten, wo die teueren Bauplätze möglichst ausgenutzt werden müssen, verwertet wird.

Der Antritt oder die unterste Stufe einer hölzernen Treppe besteht aus einer Blockstufe, Fig. 478, mit horizontaler Unterfläche, die unmittelbar auf dem Fundament der Treppe oder auf dem Gebälk aufliegt und gegen das Verschieben dadurch gesichert wird, daß sie in den Bodenbeleg eingelassen ist oder sich, wenn die Blockstufe aus Stein besteht, was im Erdgeschoß in der Regel der Fall ist, gegen den Plattenbeleg stemmt, wodurch sie etwas mehr Höhe erhält, als die übrigen Stufen, Fig. 478. Des besseren Verständnisses wegen ist die Blockstufe nebst den mit ihr zusammenhängenden Treppenteilen in Fig. 487 in größerem Maßstabe dargestellt. Auf diese Stufe werden die Treppen-

Fig. 487.



wangen aufgeklaut und eingelassen; zugleich wird der untere Geländerpfosten, „Pilar", in diese Blockstufe eingezapft, und der obere Teil der Wangenklaue greift dann mit einem Zapfen in diesen Pfosten, Fig. 487. Außerdem wird der Pfosten erst dadurch recht fest gestellt und mit der Zarge verbunden, daß durch denselben und ca. 12 cm in die Wange eingreifend eine Holzschraube eingezogen wird, Fig. 487. Mitunter wird auch das Zapfenloch der Blockstufe nach unten schwalbenschwanzförmig erweitert und dem Zapfen des Pfostens dadurch die Schwalbenschwanzform gegeben, daß man an denselben einen eisernen Keil leicht ansetzt, welcher beim Eintreiben des Pfostens den Zapfen schlitzt und das Zapfenloch vollständig füllt, Fig. 478 und 487. Da vom festen Stande des Geländerpfostens die stramme Haltung des Geländers abhängt, so hat man auch schon den Pfosten der Länge nach durchbohrt und einen Schraubenbolzen eingezogen, welcher unterhalb des Antrittes den Kopf und oben am Pfosten die Mutter hat, die dann mittels einer gedrehten Scheibe, Knopf u. s. w. verdeckt wird.

Die oberste Stufe oder der Austritt der Treppe liegt mit dem Fußboden des zu ersteigenden Raumes in einer Ebene, weshalb sie mit ihrer ganzen Holzstärke in den Fußboden eingelassen werden muß. Die Treppen lehnen sich mit ihrem obern Ende in den meisten Fällen gegen einen Wechsel in der Balkenlage, und da dieser zugleich dem Fußboden zur Unterlage dient, so kann die oberste Trittstufe nicht die Breite der übrigen bekommen, weil sonst die Fußbodenbretter kein Auflager fänden. Deshalb giebt man der obersten Stufe gewöhnlich nur die halbe Breite, oder macht sie so breit, als die Wange mit ihrer Klaue auf den Wechsel greift, welche Verbindung auch hier üblich ist. Die Trittstufen sind aber gewöhnlich stärker als die Fußbodenbretter, und deshalb muß auf die Breite der Austrittsstufe dieser Überschuß an Stärke aus dem „Treppenwechsel" herausgenommen werden, Fig. 477; ist dagegen der Boden parkettirt, so hat man dies nicht nötig, indem sich die Dicke des Blindbodens und der Parketttafeln mit der Stärke der Trittstufen ausgleicht, wie dies Fig. 479 zeigt. Bei aufgesattelten Stufen kann die Wange an ihrem obern Ende nicht auf den Treppenwechsel aufgeklaut werden, sondern sie stemmt sich nur gegen denselben und wird in denselben eingezapft, was für den Wechsel ein höheres Holz oder noch einen Unterzug erforderlich macht. Ebenso werden Treppenbäume, welche Blockstufen tragen, in den obern Wechsel nur verzapft.

Obschon bei schmalen Stiegenhäusern und entsprechenden Vorplätzen der Treppenwechsel in der Regel keine weitere Unterstützung bedarf, als die, welche ihm die Stichbalken gewähren, so bringt man doch gerne aus ästhetischen Rücksichten eine Verstärkung oder einen Unterzug unter demselben an, welcher gehobelt, vergipst oder mit gehobelten Brettern verschalt und außerdem durch einen besonderen Bogen abgesprengt werden kann, wie Fig. 488 eine solche Konstruktion zeigt. Dadurch erhält die Vorplatz- oder Korridordecke einen bestimmten Abschluß gegen das Stiegenhaus, und kann das Deckengesims entweder am Unterzuge fortgeführt werden oder an demselben abstoßen. Eine solche Verstärkung des Treppenwechsels ist jedoch bei weiten Stiegenhäusern und tiefen Vorplätzen Bedürfniß.

Die Treppenarme oder Treppenläufe werden an ihrer Unterseite verschieden behandelt. Entweder läßt man die ganze Konstruktion sichtbar und hobelt dann alles Holzwerk hier ebenso sorgfältig als auf der obern Seite, oder

man verschalt die Treppen unterhalb mit gehobelten Brettern und Leistenwerk und giebt dieser Holzdecke einen Ölfarbanstrich, oder endlich man verschalt und putzt die untere Seite der Treppenarme. Zu diesem Zwecke wird die Untersicht der Treppe der Länge nach mit Latten oder Brettern, ähnlich wie eine Gipsdecke, verschalt, gerohrt und geputzt.

Die unterhalb geputzten Treppen vermindern etwas die Feuergefährlichkeit der hölzernen Treppen, weil auf diese Weise ein oberer Treppenarm von dem darunter liegenden brennenden nicht so leicht entzündet werden kann. Auch kommt eine solche Treppe wohlfeiler zu stehen, da die Kosten für den Putz geringer sind, als die Vermehrung des Arbeitslohnes beträgt, wenn die Treppe in allen Teilen sauber gehobelt werden muß. Geputzte Treppen müssen besonders solid, d. h. möglichst steif konstruirt werden, um starke Schwingungen der Treppe zu vermeiden, durch welche der Putz leicht Risse bekommt und wohl gar abfällt. Das häufige Waschen solcher Treppen wird ebenfalls dem Putze gefährlich, weshalb es geraten erscheint, dieselben mit Ölfarbe anzustreichen oder doch nur zu ölen.

Fig. 488.

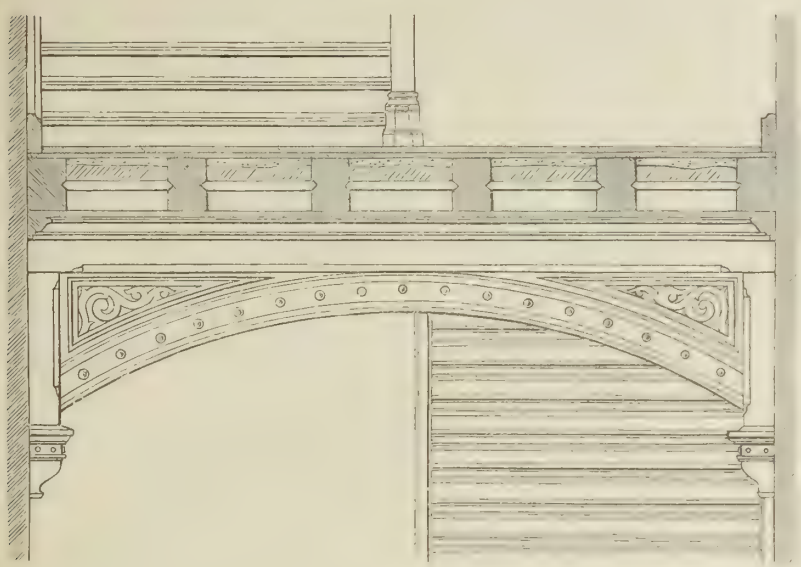


Fig. 489.

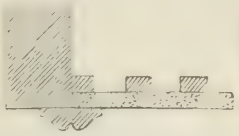


Fig. 490.

Die Latten oder Bretter werden an den etwas abgeschrägten Ecken, Fig. 477, welche durch die Setz- und Trittstufen gebildet werden, durch Nägel befestigt, und man macht nun die Wangen so breit, daß der auf diese berohrten Latten u. s. w. gebrachte Putzbewurf mit ihrer Unterfläche in eine Ebene fällt, Fig. 489, und deckt die Fuge mittels einer gehobelten Leiste ab, oder man läßt die Zarge über den Putz vortreten, Fig. 490, und bringt einfach eine Fugenleiste an.

Da bei aufgesattelten Treppenstufen diese unmittelbar an den Wandputz des Treppenhauses stoßen und dieser daher leicht beschädigt wird, besonders durch das Waschen der Treppen, so bringt man hier ein sogenanntes „Panel" an, welches, nach Fig. 484 oder 485 gestaltet, aus Brettern besteht, die gegen die Wand befestigt und oberhalb wohl mit einem gekehlten Gliede verziert werden.

Fig. 491.

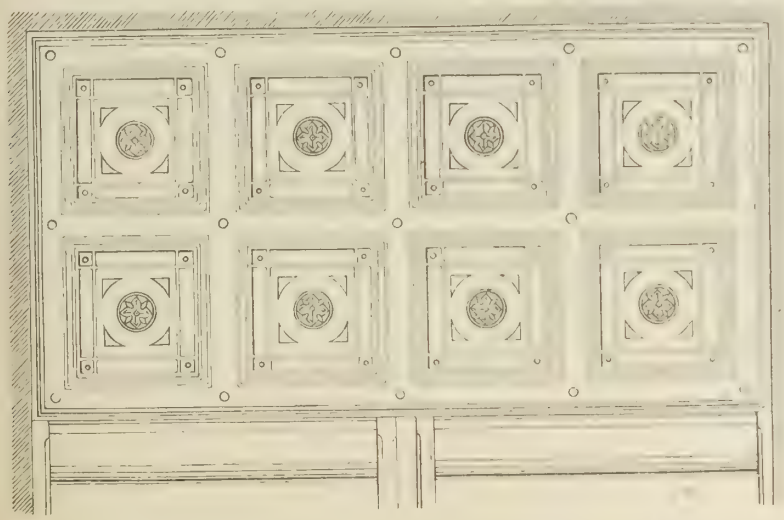
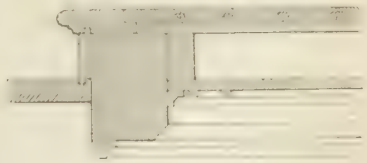


Fig. 492.

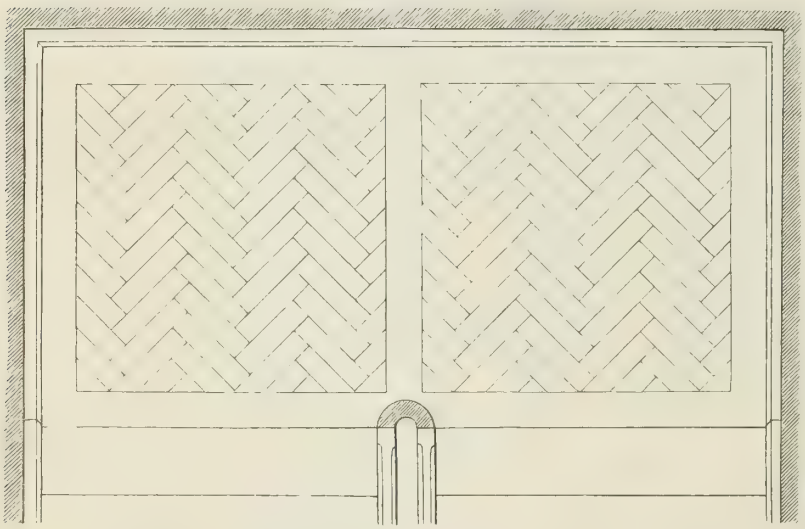


Was die Untersicht des Podestes anbelangt, dessen tragende Teile in Fig. 4, Taf. 77, angegeben sind, so können Podestbalken, Podestriegel und der Beleg derselben abgehobelt werden und sichtbar bleiben, oder es kann eine besondere Zwischendecke etwa nach Fig. 491 angeordnet werden, deren Tiefe hinter der unteren Fläche der Podestbalken aus dem Durchschnitt Fig. 492 zu ersehen ist. Anstatt dieser Holzdecke kann auch hier eine Putzdecke ausgeführt werden. Legt man Wert auf eine gefällige Untersicht des Podestes, so muß selbstredend auch der Bodenbeleg sich darnach richten,

und wird ein Parkettboden sein müssen, wie etwa Fig. 493 einen solchen andeutet.

Das Treppengeländer besteht aus dem Handgriff und den Geländerstäben (Traillen, Staketen) und wird von Holz, Eisen, Messing, in seltenen Fällen sogar von Glas gemacht, wobei der hölzerne Handgriff aber immer bleibt, wenn er auch mit Samt überzogen werden sollte. Das Treppengeländer bildet hiernach oft einen Hauptgegenstand der Verzierung, und es ist wohl nicht zu

Fig. 493.



leugnen, daß ein geschmackvolles Geländer einer Treppe sehr zum Schmucke gereicht.

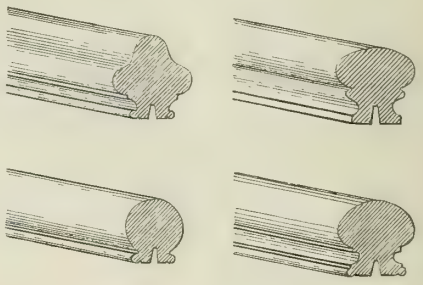
Was die Konstruktion desselben anbelangt, so beschränken wir uns hier auf die hölzernen Geländer, weil die metallenen bei den eisernen Treppen im dritten Bande aufgeführt sind.

Der Handgriff hat immer einen im allgemeinen runden Querschnitt, der zwar auch verschieden gestaltet sein kann, aber doch derart gebildet sein muß, daß man ihn bequem mit der Hand umspannen kann; die Fig. 494 zeigt dergleichen Querschnitte. Er wird am besten aus hartem Holze gefertigt und polirt.

Besteht das Geländer außer dem Handgriffe aus Brettern, die nach mancherlei Formen geschnitzt sein können, so werden diese in 2—3 cm tiefe Nuten eingesetzt, welche an der Oberfläche der Treppenwangen und an der Unterfläche des Handgriffes in einer Breite gleich der Dicke der Bretter eingestoßen sind. Die Geländerstäbe hingegen, welche viereckige gehobelte oder gedrehte sein können, werden in gestemmten oder gebohrten 2—3 cm tiefen Löchern der Treppenwangen und Handgriffe oder bei aufgesattelten Trittstufen in letzteren befestigt, wenn sie nicht an der Außenseite der Wangen angebracht werden sollen.

Am Anfang der Treppe, am Austritt und in den Ecken der Podeste werden die Geländer häufig durch stärkere Pfosten, sogenannte „Pilaren", wovon Fig. 478 ein Beispiel giebt, unterbrochen oder beendigt, und diese dienen dann oft noch als Laternenträger oder dergleichen. Am Ende und Anfang der Treppe hindern dergleichen Pilaren auch nicht; sonst sind sie aber unbequem, weil sie den Handgriff unterbrechen, was beim Begehen der Treppen im Dunkeln unangenehm ist.

Fig. 494.



Die Höhe des Geländers beträgt, vertikal gemessen, gewöhnlich 80—90 cm von der Oberfläche der Trittstufe bis zur Oberkante des Handgriffes, und diese Höhe muß überall, also auch da, wo das Geländer etwa horizontal um eine Treppenöffnung herumgeführt wird, beibehalten werden.

Bei den Treppen mit aufgesattelten Trittstufen wird, wie schon erwähnt wurde, das Geländer häufig seitwärts an den Wangen befestigt, zu welchem Zwecke metallene Arme an den Wangen befestigt werden, die die Geländerstäbe aufnehmen.

Bei kapriziös gewundenen Treppen, wo das Holz der Handgriffe sehr oft „über den Span" geschnitten werden muß, und dadurch alle Festigkeit verliert, läßt man in die Unterfläche des Handgriffes häufig eine eiserne Schiene ein, um dadurch die verlorene Festigkeit wieder zu ersetzen. Dasselbe Verfahren wendet man auch an, wenn man das Geländer benutzen will, um der ganzen Treppe durch dasselbe mehr Tragfähigkeit zu geben. In einem solchen Falle müssen wenigstens einige der Geländerstäbe aus Eisen bestehen, die dann in der erwähnten Schiene vernietet, unten in den Wangen und Trittstufen aber durch Schrauben fest angezogen werden, und so mit dem Handgriffe eine feste steigende Linie bilden, welche die Tragkraft der Wange u. s. w. unterstützt.

Ähnlich wie bei den Steintreppen unterscheidet man bei den hölzernen unterstützte und freitragende Treppen. Sobald die Endpunkte der Zargen unterstützt sind, heißt die Treppe eine unterstützte, Fig. 3, Taf. 77, Fig. 2, Taf. 79; ist dagegen nur das untere Ende der Zargen sicher unter-

stützt, wie dies namentlich bei den gewundenen der Fall ist, so wird die Treppe eine freitragende genannt.

Unterstützte Treppen.

§ 2.

Nachdem wir in dem vorstehenden Paragraphen die einzelnen Teile der Treppen in Beziehung auf Form, Abmessungen und Verbindung unter sich kennen gelernt haben, können wir jetzt zur Konstruktion ganzer Treppen übergehen, ohne immer auf die einzelnen Details der Verbindungen zurückkehren zu müssen.

Die einfache, gerade aufgehende Treppe, Fig. 477, bedarf keiner weiteren Erläuterung, indem keine anderen Verbindungen, als die bereits besprochenen, daran vorkommen. Die Stufen sind eingesetzte und das Geländer ist ein ganz einfaches.

Fig. 4, Taf. 77, zeigt eine gerade gebrochene Treppe mit zwei Armen, wie solche, ihrer Bequemlichkeit wegen, sehr häufig vorkommen. Das Podest hat die Breite der Treppe zur Breite und wird auf folgende Art gebildet. R ist ein Podestriegel, der sein Auflager in den Wänden oder Mauern des Treppenhauses findet, und von diesen aus auch wohl noch durch Konsolen unterstützt wird. Gegen diesen Podestriegel stützen sich beide Treppenarme, und damit er keine Biegung erleidet, wird in der Richtung c d ein Querriegel c eingezapft, der mit dem andern Ende in einen weiteren Riegel Q eingezapft ist. Werden nun in T und T noch ein paar schwächere Riegel angeordnet, so ist das Podest zur Aufnahme des Dielenbeleges, der wie ein gewöhnlicher Fußboden behandelt wird, fertig. Oberhalb dieses Fußbodens werden die Treppenwangen, des besseren Ansehens wegen, durch aufgenagelte Holzleisten fortgesetzt, um das Podest einzurahmen. Liegen die beiden Wangen A und A dicht nebeneinander, so wird in C häufig ein Geländerpfosten angebracht, der mit dem Podestriegel durch einen Blattzapfen nach Fig. 12, Taf. 77, verbunden ist und in welchen die Treppenwangen ebenfalls mit einem Zapfen eingreifen. Sehr oft ist dieser Pfosten auf der äußern Seite abgerundet und der Handgriff des Geländers läuft über denselben in einer stetigen Krümmung hinweg, wie in Fig. 10 und 11. Sind aber die beiden Wangen durch einen Zwischenraum getrennt, wie in dem auf Taf. 76 dargestellten Beispiele, so fällt dieser Pfosten fort und die Geländerstäbe gehen auf dem Krümmling weiter. Von unten wird der Punkt C, Fig. 4, Taf. 77, des Podestriegels nicht unterstützt, es müßte sonst die Treppe sehr breit sein. Gewöhnlich ist aber die Tragkraft des 15—20 cm hohen Podestriegels ausreichend.

Ist man aus Mangel an Raum genötigt, diese bequeme Treppe aufgeben zu müssen, dann treten Wendelstufen an die Stelle des Podestes. Die Einteilung derselben geschieht zwar gerade so, wie bei den steinernen Treppen, auf einer in der Mitte der Treppe gedachten Linie, doch ist in diesem Falle noch darauf Rücksicht zu nehmen, daß keine Stufenkante in die Ecken des Podestes trifft, weil hier die Treppenwangen zusammengezinkt werden müssen, welche Verbindung, wenn man gerade in der Ecke auch die Setzstufe einlassen wollte, zu sehr geschwächt werden würde.

Bei einer solchen Anlage, wie sie in Fig. 1, Taf. 77, im Grundrisse dargestellt ist, muß in C ein Treppenpfosten aufgestellt werden, wenn die Treppe nicht eine eigentlich freitragende werden soll. Derselbe ist außerhalb rund bearbeitet, nimmt die Wangenenden und Wendelstufen auf und reicht natürlich von einer Treppenwendung zur andern, wenn deren mehrere übereinander liegen, in welchem Falle die Handgriffe der Geländer an dem Pfosten sich „tot“ laufen, wie bei x in Fig. 3. In neuerer Zeit sucht man jedoch die schwerfällig aussehenden Pfosten in den Stiegenhäusern zu umgehen und ordnet solche nur beim ersten Laufe an, Fig. 3, Taf. 77, so daß die erste Stocktreppe eine unterstützte, die nächsten Stocktreppen dagegen nach Fig. 480 und Fig. 2, Taf. 80, freitragend sind.

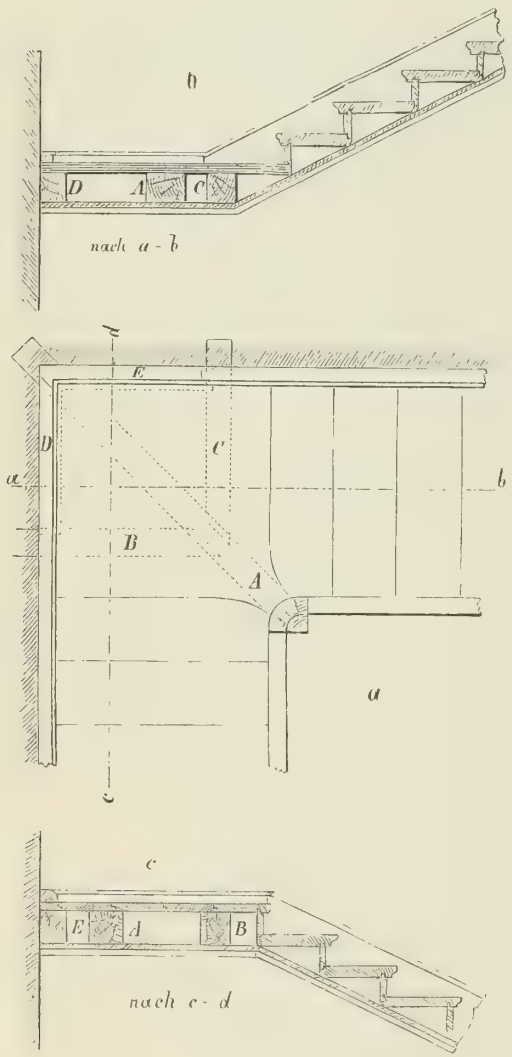
Die Fig. 5 und 6 auf Taf. 77 zeigen die notwendigen Formen dieses Pfostens in den verschiedenen Projektionen, und auf welche Weise die Wendelstufen in denselben eingelassen werden, auch ohne weitere Worte deutlich genug.

Daß die im Bereiche der Treppenwendung befindlichen äußeren Wangen nicht gerade und mit denen der geraden Treppenteile nicht von gleicher Breite sein können, leuchtet ein, und es wird das „Heraustragen“ dieser Wangen nach dem, was wir im ersten Teile dieses Werkes über diese Operation bei den steinernen Wangen angeführt haben, durchaus keine Schwierigkeiten machen. Die Verbindung der Wangen in den Ecken durch Verzinkung zeigen die Fig. 7 bis 9, Taf. 77, und zwar Fig. 7 das Wangenstück a c Fig. 1, Fig. 8 das Wangenstück b d und Fig. 9 das Wangenstück a b Fig. 1.

Die Konstruktion bleibt fast ganz dieselbe, wenn die Treppenwendung nur 90 statt, wie vorhin, 180 Grad beträgt. Soll in diesem Falle ein Podest angelegt werden, so wird dasselbe in seiner Grundfläche quadratisch gestaltet; in das Eck bei A, Fig. 495 a, b und c, kommt ein Treppenpfosten zu stehen, und in diesen werden die Podestriegel verzapft, die mit dem andern Ende in der Wand des Treppenhauses ihr Auflager finden. Gewöhnlich legt man in der Richtung der Diagonale des Podestes einen Hauptriegel, der mit einem versatzten Zapfen in dem Treppenpfosten befestigt wird. In diesen werden dann die Querriegel B und C mit Brustzapfen eingelegt und in diese wieder die Nebenriegel D und E auf dieselbe Weise befestigt. Auf

diesen Riegeln liegt der Podestbeleg und unterhalb wird die Verschalung, wenn eine solche überhaupt verlangt wird, angenagelt. Damit die Querriegel nicht den Diagonalriegel an einer Stelle zu sehr schwächen, rückt man den letzteren etwas aus der Diagonalrichtung heraus, wie dies die Figur nachweist. Die Querriegel B und C müssen so gelegt werden, daß der mit B bezeichnete, welcher den Austritt des absteigenden Treppenarmes trägt, so liegt, daß die Setzstufe der Austrittsstufe an der Vorderseite desselben fest-

Fig. 495 a, b und c.

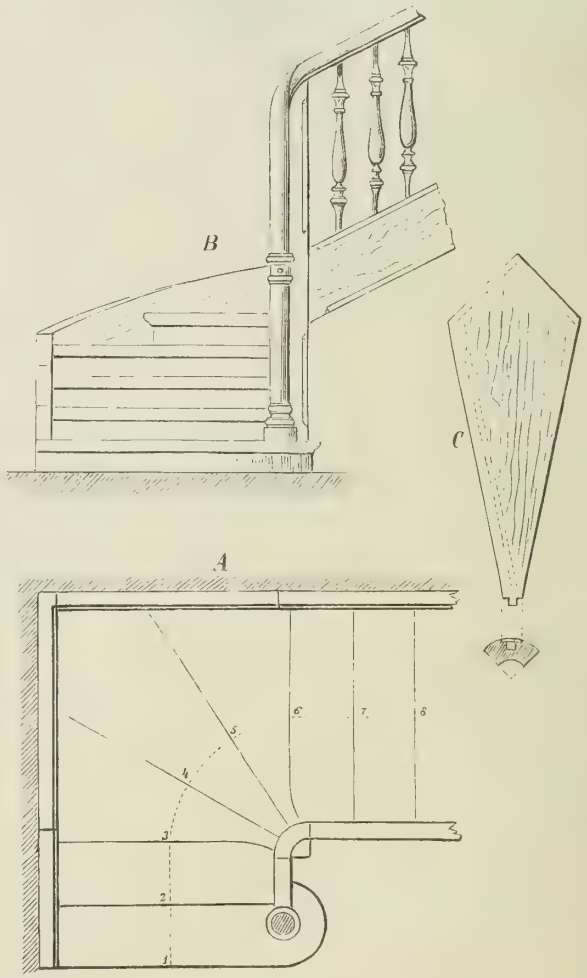


genagelt, und der mit C bezeichnete so, daß die Verschalung unter dem aufsteigenden Treppenarme an demselben befestigt werden kann, ohne daß sie einen Bruch in ihrer Fläche erleidet; die beiden senkrecht aufeinander stehenden Durchschnitte durch das Podest, welche mit b und c bezeichnet sind, weisen dies näher nach, und Fig. a in der Horizontalprojektion die Art und Weise, wie man den Aus- und Antritt in den Vorderkanten etwas zu krümmen pflegt, um mehr Platz zum Einzapfen des Diagonalriegels und zum Einlassen der Setzstufen zu gewinnen.

Sollen statt des Podestes Wendelstufen angebracht werden, so ist das Verfahren dem früheren, in Fig. 1, Taf. 77, ganz analog; nur erhält der Pfosten für die Aufnahme der Wendelstufen jetzt eine Viertelabrundung, während er früher zu diesem Zwecke halbkreisförmig gestaltet sein mußte.

Können wir ein solches Eckpodest konstruiren, so sind wir auch im stande, eine den vier Seiten eines Treppenhauses folgende Treppe zu bauen, wenn in den Ecken, wo die inneren Wangen zusammenstoßen, Pfosten gestellt werden

Fig. 496 A—C.



dürfen. Ebenso wird es keine Schwierigkeiten haben, eine solche Treppe zu entwerfen, wenn die Ecken auch andere als rechte Winkel enthalten, so daß wir eine solche nicht besonders zu zeichnen brauchen.

Ein Fall kommt aber, besonders bei ländlichen Gebäuden, wo oft nur ein Stockwerk zu ersteigen ist, vor, der noch kurz besprochen werden soll. Sehr oft hat nämlich eine gerade aufsteigende Treppe nicht den erforderlichen Raum, und man

ist genötigt, wenn auch nur wenige Stufen eines zweiten Treppenarmes mit dem ersten zu verbinden, wie dies Fig. 496 A bis C zeigt. Der Treppenpfosten im Eck ist hier in der Stärke der Wangen nach Fig. C, welche denselben mit der mittleren Wendelstufe im Grundriß zeigt, ab- und ausgerundet, so daß er über den Wangen als ein breiter Geländerstab erscheint, über welchen der Handgriff hinweggeht. In unserer Figur ist die Wendung der Treppe zunächst ihrem Antritte

Fig. 497.

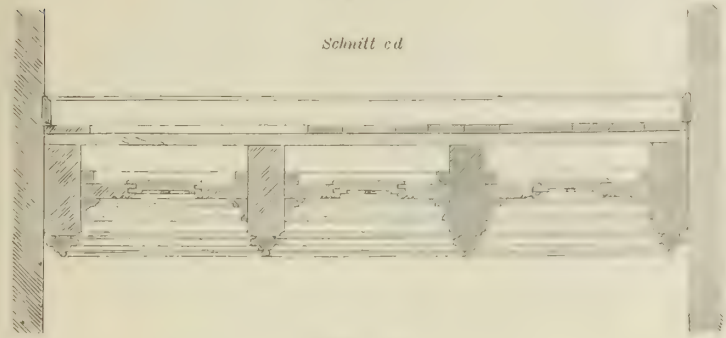
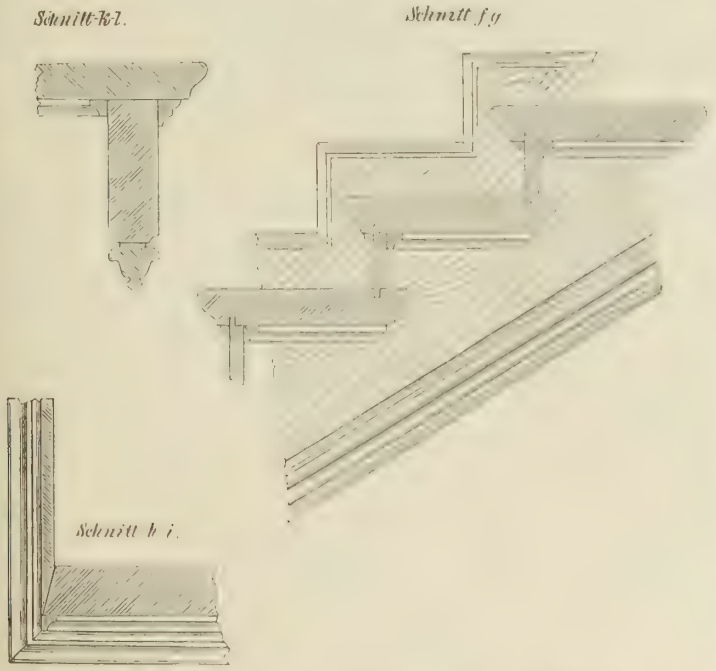


Fig. 498.



angebracht; es kommt aber auch der Fall vor, daß man sie nahe dem Austritt anbringen muß. Alsdann müßte man einen Treppenpfosten von bedeutender Höhe anbringen, und dieser würde den Raum unter der Treppe sehr beschränken. Um nun in diesem Falle der genannten Unbequemlichkeit auszuweichen, ohne zur Anlage einer „freitragenden Treppe" genötigt zu sein, kann man den Treppenpfosten unter den Wangen abschneiden und ihn oberhalb an das Gebälk des zu ersteigenden Stockwerkes befestigen.

Die Treppenwangen werden mit doppelten Zapfen in die Pfosten verzapft, wie solches Fig. 12, Taf. 77, zeigt.

Treppen mit eingesetzten Stufen werden ihrer leichteren Herstellung wegen mehr angewendet, als solche mit aufgesattelten. Beispiele letzterer Art sind auf den Taf. 79 und 80 dargestellt. Letzteres Beispiel werden wir bei den freitragenden Treppen besprechen.

Der Grundriß Fig. 1, Taf. 79, hat Ähnlichkeit mit dem Fig. 4, Taf. 77, und bezeichnet eine Podesttreppe mit zwei geraden Armen, wie sie häufig ausgeführt werden.

Außer dem Grund- und Aufriß resp. Durchschnitt Fig. 1—2, Taf. 79, ist in Fig. 497 ein Durchschnitt c d durch das Podest Fig. 1, Taf. 79, dargestellt, während Fig. 498 in doppelter Größe drei verschiedene Durchschnitte der Fig. 1—2, Taf. 79, zeigt, wodurch diese Treppenkonstruktion erklärt sein dürfte. Die Treppenwangen und Podestriegel haben gleiche Form und Stärke und sind unten mit einer Zierleiste versehen. In die drei Felder des Podestes ist eine gestemmte Zwischendecke eingesetzt, während der Podestboden parkettirt gedacht ist.

§ 3.

Freitragende Treppen.

Das Prinzip der freitragenden hölzernen Treppen ist dasselbe, wie bei den steinernen, und wir verweisen daher auf das im ersten Bande dieses Werkes darüber Gesagte.

Hierher müssen wir die Treppenkonstruktion auf Taf. 80 rechnen, bei welcher der Stiegenpfosten unten nicht aufsitzt, sondern als Hängsäule schwebend erhalten wird durch gegenseitige Verspannung der Wangen und Trittstufen gegen den Antritt und die Treppenhauswand.

Die Treppe hat Ähnlichkeit mit der Anlage Fig. 1, Taf. 77; sie ist bei weitem nicht so bequem wie eine Podesttreppe, wird aber dessenungeachtet doch nicht selten da angewendet, wo der knapp bemessene Raum die Herstellung einer Podesttreppe nicht gestattet.

Die Konstruktion besteht aus zwei parallelen, durch Wendelstufen verbundenen Treppenarmen. Die Stufen sind auf den geraden Wangen und auch auf den äußeren gewundenen aufgesattelt, in den Pfosten aber eingestemmt, wodurch gewissermaßen ein Übergang zwischen den Treppen mit eingesetzten und aufgesattelten Stufen entsteht.

Liegen die inneren Treppenwangen sehr nahe aneinander, so können sich zwar die über die Wangen mit ihrem Profil ausladenden Trittstufen in der Horizontal-

projektion berühren, aber das Treppengeländer muß weit genug auf den Trittstufen zurückgesetzt werden, damit man sich beim Begehen der Treppe die Hand nicht verletzt, im Falle man vom Geländergriff Gebrauch macht.

Im Durchschnitt a b, Fig. 4, ist dies deutlich zu machen gesucht, indem der nötige Zwischenraum zwischen der äußern Kante der Trittstufen des einen Armes und dem Handgriffe des andern, der wenigstens 4—6 cm betragen muß, durch x bezeichnet wurde. Fig. 3 zeigt dasselbe in der Horizontalprojektion.

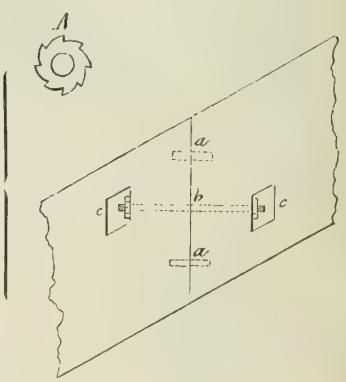
Die aufgesattelten Trittstufen werden, wie wir bereits wissen, an ihren Enden mit je zwei Holzschrauben mit versenkten Köpfen auf den Treppenwangen befestigt, wodurch die Trittstufen nicht so fest gefaßt und gegen das Werfen gesichert werden, als dies bei dem Einsetzen derselben in die Treppenwangen der Fall ist. Nur der Panel kann, wenn er von hinlänglicher Stärke auf den Stufen gut angepaßt und an der Mauer gehörig befestigt wird, dazu beitragen, daß sich das hintere Ende der Stufen nicht werfen kann. Da nun bei Wendeltreppen die Stufen an einem Ende oft sehr breit werden, so hat man auch schon längs der Mauer eine Treppenwange angenommen, in welche die Stufen eingesetzt wurden, während man sie nur am schmalen Ende mit Schrauben befestigte, wodurch man eine Treppe mit eingesetzten und aufgesattelten Trittstufen zugleich erhielt.

Die am häufigsten vorkommenden Treppen dieser Konstruktion sind die von gerade gebrochener Grundform mit Eckpodesten. Der Krümmling wird bei hölzernen Treppen gewöhnlich etwas größer genommen, als bei steinernen, so daß etwa vier Trittstufenkanten, das Podest mitgerechnet, auf denselben treffen, wie dies in Fig. 1, Taf. 78, gezeichnet ist. Die Vorderkanten dieser Trittstufen sind wieder so geschweift, daß sie den in der Horizontalprojektion einen Quadranten beschreibenden Krümmling normal treffen. Der Mittelpunkt o dieses Quadranten liegt gewöhnlich so, daß er durch ein paar rechtwinkelige Koordinaten bestimmt wird, die auf der Mitte der Breite der zweiten Trittstufe, vom Podest an gerechnet, errichtet werden, so daß der Krümmling in Fig 1, Taf. 78, von 0 bis 8 reicht. Sollen nun auf diesen Umfang vier Stufenkanten treffen, so teilt man die Peripherie von 0 bis 8 in 8 gleiche Teile und läßt die Stufen in die Punkte 1, 3, 5 und 7 laufen. Hierdurch werden die Auftritte a 1 und 7 b etwas kleiner als die des geraden Treppenteiles und etwas größer als die der Stufen 9, 10 und 11, so daß ein Übergang vermittelt wird, welcher der Wange ein besseres Ansehen gewährt, als wenn der gewöhnliche Auftritt plötzlich in den viel kleineren der geschweiften Stufen überspränge.

Bei hölzernen Treppen pflegt man ferner die Fugen zwischen den geraden Wangen und dem Krümmling nicht senkrecht auf die Länge der ersteren zu richten, sondern lotrecht, so daß sie für den cylinderförmigen Krümmling mit Mantellinien desselben zusammenfallen. Die Verbindung des Krümmlings mit der geraden Wange geschieht durch Versatzung und einen Doppelzapfen, ganz ähnlich wie dies Fig. 12, Taf. 77, zeigt. Außerdem zieht man aber gewöhnlich noch einen eisernen Schraubenbolzen durch beide Wangenteile, dessen versenkter Kopf in eine auf der Unterfläche der Wange eingelassene eiserne Schiene greift, und dessen Schraubenmutter in die Oberfläche der Wange ganz eingelassen und mit Langholz verspundet wird. Fig. 4 und 5, Taf. 78, zeigen diese Verbindung.

Eine andere Verbindung ist folgende: Statt durch Zapfen und Versatzung werden die beiden Wangenstücke nach Fig. 499 bei a a durch zwei Dollen miteinander verbunden, und rechtwinkelig zur Fuge wird ein Schraubenbolzen b durchgezogen. Dieser erhält keinen Kopf, sondern an jedem Ende eine Schraubenspindel, und die beiden runden Muttern werden nach Fig. A (in größerem Maßstabe) einem Sperrrade ähnlich mit zahnartigen Einschnitten an ihrem Umfange versehen. Hinlänglich groß ausgestemmte Öffnungen c in den Wangen erlauben ein vorläufiges Aufschrauben der Muttern unmittelbar mit den Fingern, und sobald sie etwas angezogen haben, können die Muttern wegen ihrer zahnartigen Peripherie, unter Anwendung eines Stemmeisens und Hammers, äußerst fest angezogen werden. Ist dieses geschehen, so werden die Löcher C mit Langholz zugespundet, weshalb sie schon anfänglich parallel zu den Holzfasern eingestemmt werden.

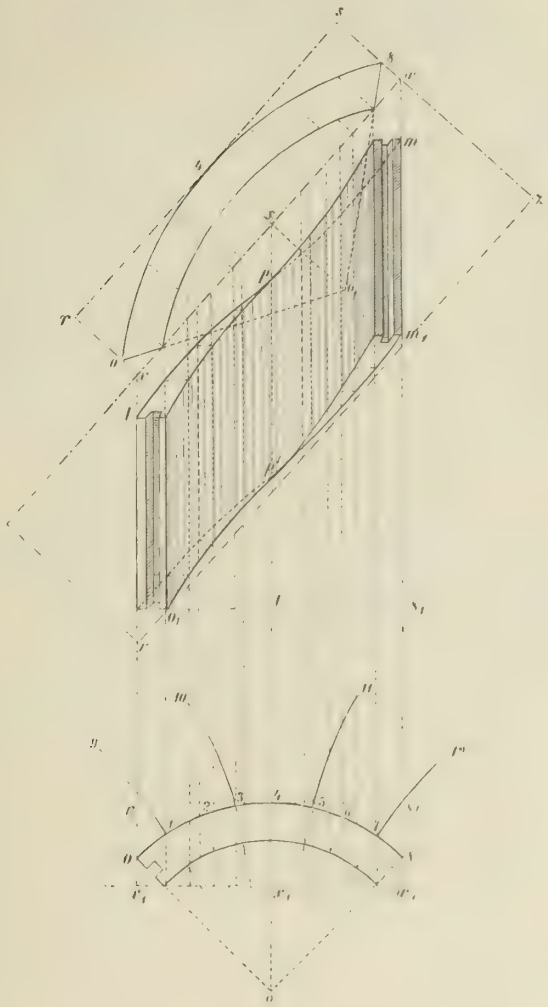
Fig. 499.



Die Auffindung der Gestalt des Krümmlings a b und der zur Darstellung desselben nötigen Schablonen ist in Fig. 500 und 501 in größerem Maßstabe gezeichnet, und zwar im Grund- und Aufriß mit der Konstruktion der Schablone. Zunächst findet die Abwickelung oder „Verstreckung" des Krümmlings und der angrenzenden Wangenteile nach Fig. 501 statt, wobei 0 bis 8, Fig. 500, von 0_1 bis 8_1, Fig. 501, verstreckt wird. Trägt man nun auf beliebiger Linie x y die Steigungen der Stufen von 8 bis 12 auf, so können die Einsätze der Tritt- und Futterstufen in den Krümmling gezeichnet werden. Die Begrenzung des Krümmlings c d c′ d′ wird gefunden durch Abtragung der bekannten Abstände von Ober- und Unterkante der Trittstufen bis zur Wange. Wie nun die an den vier Punkten $c c_1$ und $d d_1$ durch Verlängerung der angrenzenden Wan-

gen entstandenen Knicke ausgeglichen werden, ist, um Wiederholung zu vermeiden, in Fig. 505 erklärt, wodurch der vollständig verstreckte Krümmling $oo_1 m_1 m$ erhalten wird, dessen gebrochen gerade Begrenzung mit punktirten Linien

Fig. 500.

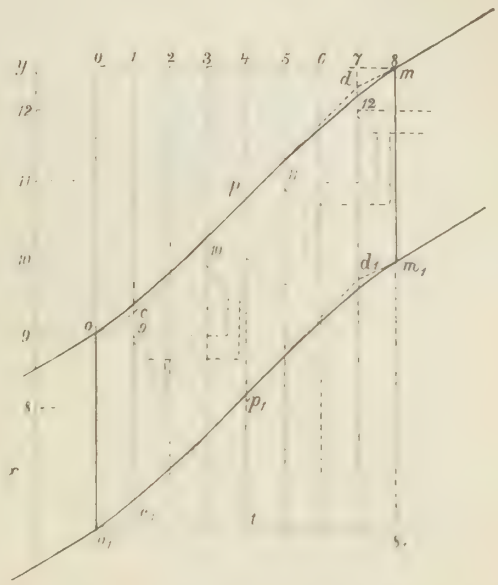


angedeutet ist, während mit ausgezogenen die Abrundungen der entstandenen Ecken bezeichnet sind.

Nachdem die Abwickelung des gekrümmten Wangenstückes in Fig. 501 dargestellt ist, ergeben sich Form und Abmessungen desselben durch einfache Projektion, Fig. 500, und zwar aus dem Grundriß r' s' v' w' die Breite 4x' des zur Herstellung des Krümmlings erforderlichen Holzstückes, während sich seine Länge aus dem Aufriß, und zwar aus Fig. r s v w finden läßt. Verfolgt man die entsprechenden Buchstaben und Zahlen des Grund- und Aufrisses, so wird die Darstellung des Krümmlings klar werden. Außerdem verweisen wir auf derartige Konstruktionen des ersten Bandes.

In Fig. 502 und 503 ist in gleicher Weise ein Krümmling dargestellt, wie er beim Austritt der Treppe vorkommt, wenn die Wange in horizontaler Richtung weiter geht, wie bei A, Fig. 1, Taf. 78, oder wie man ihn beim Antritt der Treppe des oberen Stockwerkes, bei A', in um-

Fig. 501.



gekehrter Lage anwenden kann. Die Verstreckung Fig. 505, Grund- und Aufriß nebst Herstellung der Schablone Fig. 502 wird nach dem vorhin Gesagten deutlich sein.

Die Konstruktion des Podestes selbst ist ganz so, wie wir sie bei der mit Eckpfosten konstruirten Treppe beschrieben haben, Fig. 495, nur mit dem Unterschiede, daß der Diagonalriegel nicht in einen Pfosten, sondern in den Krümmling mit Versatzung verzapft wird. Die Querriegel müssen ebenfalls wieder so gelegt werden, daß an dem einen die geschweifte Setzstufe des Podestes befestigt werden kann und der andere so liegt, daß die Schalung der Treppe ihre Befestigung an ihm findet.

Da Podesttreppen mit eingesetzten oder gestemmten Trittstufen unstreitig unter den hölzernen Treppen am meisten Verwendung finden, so haben wir auf Taf. 76 eine solche im Grundriß und drei Durchschnitten deutlich dargestellt. Die Treppenanlage hat Ähnlichkeit mit der auf Taf. 77, Fig. 4 gezeichneten, von welcher sie sich hauptsächlich nur dadurch unterscheidet, daß die Wangen oder Zargen bei den Podesten sich in einen Krümmling einlassen, während sie dort in einen Pfosten oder in eine Hängsäule eingezapft sind. Da hier zwischen Krümmling und Podestriegel ein ca. 25 cm langes Futterstück gedacht ist, um die drei Holzstücke mit einem Schraubenbolzen verbinden zu können, so hätte diese Treppe auch unter die Anzahl der

unterstützten aufgenommen werden können, welche Annahme sich jedoch wieder ändert, sobald das Podest, wie so häufig geschieht, nach Fig. 504 konstruirt ist, wobei der vordere Podestriegel aa nicht in einem Stück durchgeht, sondern

Fig. 502.

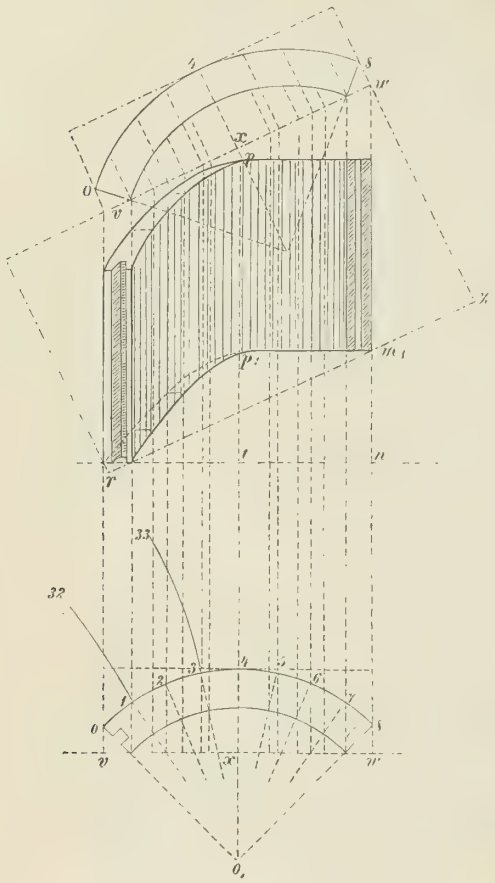
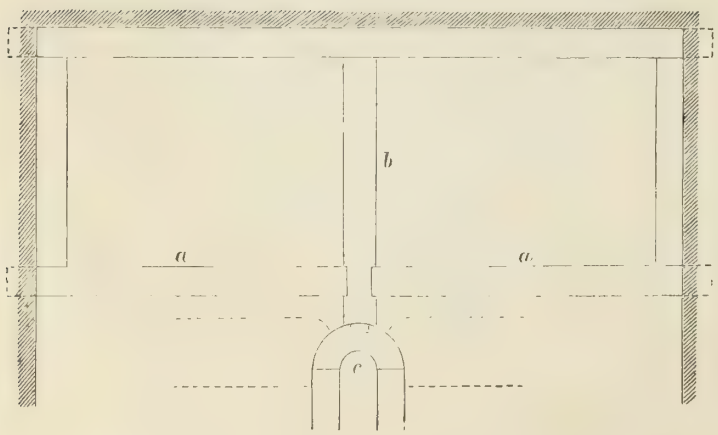


Fig. 504.

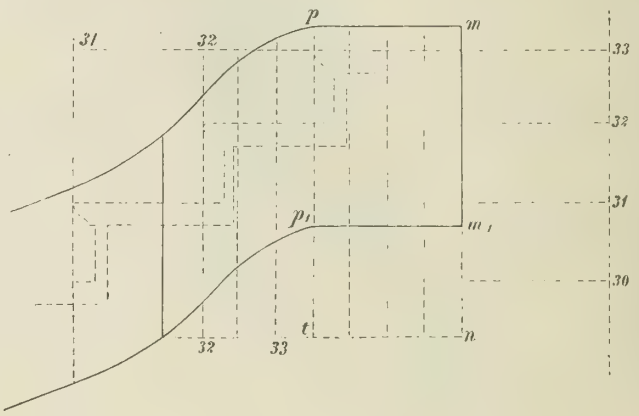


sich in zwei Teilen in den Riegel b einsetzt, der seinerseits ein Auflager in dem Krümmling c findet.

Die Pfosten zum Anschlagen der Kellerthüre sind aus Fig. 1 und 4, Taf. 76, zu ersehen. Der steinerne Antritt ist mit Angabe der Einsätze für die Wangen- und Futterstufe besonders gezeichnet. Alles Übrige dürfte aus den Zeichnungen deutlich werden.

Die gewundenen hölzernen Treppen werden immer als freitragende konstruirt, und zwar meistens mit ein-

Fig. 503.



geschobenen Stufen, weil das Aufsatteln der Stufen die Wangen zu sehr schwächt. Die Grundform solcher Treppen ist am besten kreisförmig, obgleich auch elliptische und andere Formen vorkommen. Manche Baumeister suchen etwas darin, recht künstlich und kapriziös gewundene Treppen anzuordnen, und wenn man auch zuweilen, bei unregelmäßigen Grundrissen, auf diese Weise die Treppe in Räume und Winkel verlegen kann, die sonst nicht wohl zu gebrauchen sind, und hierdurch Raum gewinnt, so sollte man doch im allgemeinen dergleichen künstlich gewundene, freitragende Treppen vermeiden, weil sie wenig Festigkeit gewähren und besonders mit der Zeit, wenn das Holz recht austrocknet und schwindet, in den Fugen nachgeben und dann sehr schlecht aussehen. Außerdem pflegen dergleichen Treppen beim Begehen leicht ein sehr unangenehmes Krachen und Knarren hören zu lassen, welches ein Gefühl der Unsicherheit hervorruft.

Bei diesen Treppen kommt häufig eine Form vor, wie sie Fig. 505 zeigt, wo nämlich die Wendung auf beiden Seiten noch gradlinig verlängert erscheint.

Wie schon früher bemerkt wurde, wird die Einteilung der Auftritte auf der in der Mitte der Treppenbreite gezogenen Linie, Fig. 505, worauf die Numerirung der Stufen von 1 bis 21 angegeben ist, vorgenommen. Wollte man nun die Stufenkanten wie die von 6 und 16 geradlinig durch den Mittelpunkt d der Wendung legen und die in diese fallenden Stufenkanten 7 bis 15 ebenfalls (wie punktirt gezeichnet) nach d ziehen, so würde die Oberkante der Wangen bei e und f einen

Knick bekommen, indem die Steigung von g bis e und von f bis h eine viel flachere wäre, als von e bis f, da bei letzterer die Auftritte der Stufen plötzlich viel kleiner werden, während die Steigungen dieselben bleiben. Man zieht daher die Stufen der Wendung nicht nach dem Mittelpunkte d, sondern so, wie es die durch die Punkte 4 bis 18 ausgezogenen Linien darstellen, wodurch der Übergang ein allmäliger wird und die Oberkante der Wange stetig gekrümmt erscheint.

Das beste Verfahren, um hier eine angenehm ins Auge fallende Steigung der Wange zu erhalten, dürfte folgendes sein. Man wickele eine über die Oberkanten der Stufen Fig. 505 von g bis c, von c bis f und von f bis h gedachte Linie in der Vertikalebene Fig. 506 ab, so zeichnet sich in gc, cf und fh diese Linienverbindung, bei welcher gc und fh die Richtung der geraden Wangenstücke, cf die des gekrümmten Wangenstückes angeben. Die erwähnten Knicke in der Wangenrichtung sind in c und f dargestellt. Läßt man nun Punkt i, Fig. 506, in der ihm zukommen-

Fig. 505.

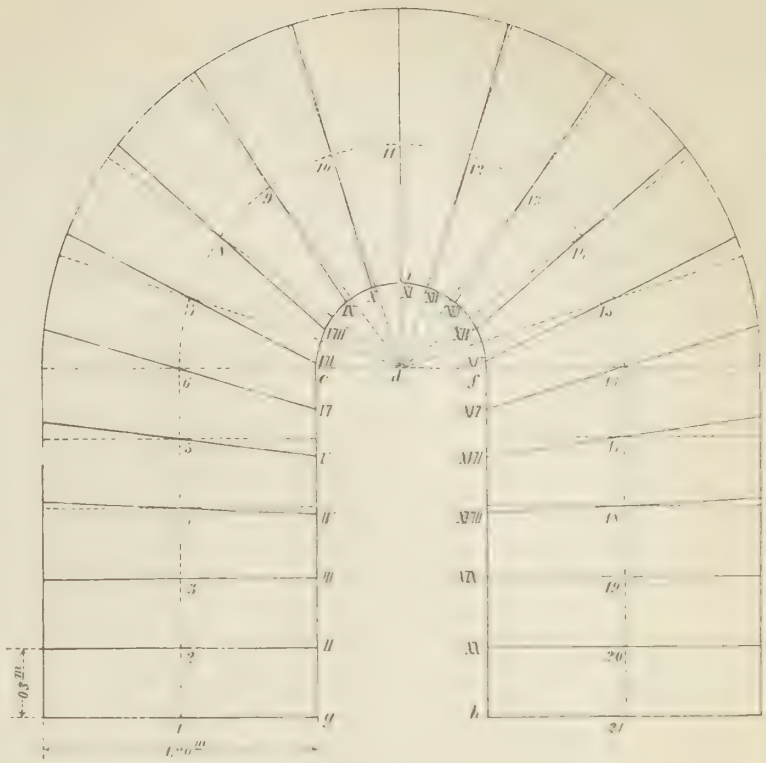


Fig. 506.

den Höhe liegen und trägt die Entfernung ci = if von c nach c^1 und von f nach f^1 und verbindet diese drei Punkte c^1, i und f^1 durch zwei stetig in einander übergehende Kreisfegmente, deren Mittelpunkte da liegen, wo

die Senkrechten m und n, p und q sich schneiden, so wird die auf diese Art erhaltene Linie g i h eine stetige Krümmung zeigen und die Knicke vermeiden. Um nun die Richtung der Stufen dieser Linie gemäß im Grundriß zu erhalten, darf man nur aus den zugehörigen Höhenpunkten der Stufen auf A C Horizontalen bis an die gezeichneten Bogenlinien ziehen, die Schnittpunkte dieser Linien auf die Horizontale A B projiziren und von hier aus in den Grundriß Fig. 505 übertragen, um in dieser Figur, auf der Linie g i h, d. i. die innere Wangenlinie, diejenigen Punkte zu erhalten, durch welche und den entsprechenden Teilpunkten auf der Mittellinie die Stufenkanten zu ziehen sind. Z. B. um die Richtung der Stufe 6 VI, Fig. 505, zu bestimmen, hat man nur den Abstand c VI zu suchen, welcher in Fig. 506 dadurch gefunden wird, daß man auf A C Punkt 6 horizontal bis zur punktirten, an der Oberkante der Stufen konstruirten Kurve nach b^1 herüberbringt und von da einen Perpendikel nach VI auf der Grundlinie A B fällt, wodurch der zu suchende Abstand c^1 VI gefunden ist, welcher in Fig. 505 von c nach VI abgetragen wird. Ebenso findet man die übrigen Punkte.

Trägt man endlich von den Ober- und Unterbauten der Stufen die bekannten Abstände für die Breite der Treppenwangen ab, so können die Begrenzungslinien derselben ausgezogen werden. Ein ähnliches Verfahren haben wir schon im ersten Bande auf Seite 198 angegeben.

Die äußeren Wangen solcher gewundenen Treppen werden an den Umfangswänden des Treppenhauses an einzelnen Punkten durch Bolzen oder sogenannte Treppenhaken befestigt und nur die innere Wange ist eigentlich freitragend. Die Konstruktion einer solchen Treppe zeigt nichts Besonderes, und die Auffindung der Form der Wangenstücke ist ganz so, wie wir es bei dem Krümmling der gebrochen geraden Treppen gezeigt haben. Ist die Treppe nach anderen als Kreisformen gekrümmt, so ändert dies in dem Verfahren weiter nichts, als daß die Arbeit weniger einfach wird. Aus den Horizontal- und Vertikalprojektionen der Wangen, zu welchen die nötigen Daten immer vorhanden sind, wird man die wahre Gestalt derselben und die zu ihrer Bearbeitung nötigen Schablonen jedesmal entwerfen können, wenn man den früher bei den steinernen Treppen aufgestellten Grundsätzen folgt.

Die eigentlichen Wendeltreppen unterscheiden sich in solche mit hohler und mit voller Spindel. Bei den letzteren kann die äußere Wange unterstützt (wenn auch nur an einzelnen Punkten durch Pfosten u. s. w.) oder freitragend sein; die Spindel aber muß an ihren beiden Enden natürlich immer eine solide Befestigung erhalten.

Eine solche volle Spindel sollte immer einen so großen Durchmesser erhalten, daß der Auftritt jeder Stufe an der Peripherie der Spindel wenigstens noch 6 cm breit wird, so daß die Anzahl der in einer Wendung liegenden Stufen den Durchmesser bestimmt. Nennen wir diese Anzahl n, so würde sich die Peripherie der Spindel gleich 6 n cm ergeben, und daraus wäre ihr Durchmesser

$$d = \frac{6n}{\pi} = \frac{6}{3{,}14}\, n = 1{,}94\, n.$$

Wäre z. B. $n = 12$, so hätten wir

$$d = 12 \,.\, 1{,}94 = 23{,}28 \text{ oder rund } = 23{,}9 \text{ cm}.$$

Hat eine solche Treppe mehr als einen Umlauf bis zum Austritt, so muß die Anzahl n der Auftritte in einem Umlaufe, multiplizirt mit der Größe der Steigung s, eine Höhe h von nahezu 2,40 m geben, damit man, ohne anzustoßen, unter den Stufen hinweggehen kann. Ist daher der Durchmesser des in der Mitte der Treppenbreite gedachten Kreises, auf welchem gewöhnlich die Einteilung der Stufen vorgenommen wird, $= D$ gegeben, so muß $D\pi = na$ sein, wenn a die Größe des Auftrittes bezeichnet, d. h. $a = \frac{D\pi}{12}$, wobei $n = \frac{h}{s}$ ist; und es fragt sich dann, ob a noch eine solche Größe hat, daß die Treppe nicht zu unbequem wird, d. h. ob a nicht zu viel von der Größe 60 cm — 2 s abweicht. Ist a gegeben, so findet sich $D = \frac{n \,.\, a}{\pi}$.

Die äußere Wange einer solchen, in Fig. 1—3, Taf. 81, dargestellten Treppe zeigt durchaus nichts Besonderes in ihrer Konstruktion; und um an der vollen Spindel die Nuten für die einzuschiebenden Stufen darzustellen, verfährt man auf folgende Weise. Zuerst teilt man den Umfang in so viel gleiche Teile, als Auftritte in einem Umlaufe der Treppe stattfinden sollen, und zieht durch die Teilpunkte Parallelen mit der Achse der als Cylinder bearbeiteten Spindel, welche man mit den natürlich auf einander folgenden Zahlen numerirt. Trägt man nun auf einer dieser Linien die Steigung der Treppen soviel mal auf, als Stufen in einer Wendung liegen, und bezeichnet die Teilpunkte ebenfalls mit den natürlich aufeinander folgenden Zahlen, wobei man den Nullpunkt da annimmt, wo die Oberfläche des Fußbodens, von welchem die Treppe aufsteigt, die Spindeloberfläche schneidet, so darf man nur von den Teilpunkten der Steigungen senkrecht auf die durch sie geteilte Linie bis zu den mit gleichen Ziffern bezeichneten Mantellinien der Spindel herüberziehen, um die Eckpunkte der Stufen zu finden, wie dies in Fig. 4, Taf. 81, im doppelten Maßstabe von Fig. 1 dargestellt ist. Hat die Treppe mehr als eine Wendung, so gilt das eben beschriebene Verfahren für die erste Wendung und wird für die folgenden in derselben Art repetirt, indem man dieselben

Mantellinien der Spindel benutzt und nur die Steigungen von neuem aufträgt.

Wenn, wie es bei hölzernen Treppen immer der Fall ist, die Vorderkante der Trittstufen über die Vorderfläche der Setzstufen hinaustritt, so gelten die auf der Spindel gezogenen Mantellinien für die Vorderflächen der letzteren, und der Vorsprung der Trittstufen muß für jede Stufe besonders abgesteckt werden, wie solches in der Figur zu sehen ist.

Die Spindel wird unten in den Fußboden und oben in einen Balken oder Wechsel eingezapft.

Liegt die äußere Wange überall an einer Wand an, so wird an letzterer gewöhnlich nur ein Handgriff mit eisernen Haken so befestigt, daß 6—9 cm Spielraum zwischen der Wand und dem Handgriffe bleiben. Bei dergleichen Treppen, die in ganz dunkeln Räumen liegen, pflegt man auch wohl an der Spindel ein Seil zu befestigen, welches dann als Handgriff benutzt wird. Soll die äußere Wange sich frei tragen, oder wird sie nur an einzelnen Punkten durch freistehende Pfosten u. s. w. unterstützt, so ist es nötig, diese Wange an einzelnen Punkten (etwa da, wo die Pfosten u. s. w. stehen) durch Anker von Rundeisen mit der Spindel zu verbinden, welche unter den Trittstufen liegen und durch Schraubenmuttern fest angezogen werden können.

Liegt die äußere Wange ganz frei, so sind dergleichen Anker um so notwendiger, und es ist außerdem ratsam, in die Unterfläche der Wange eine fortlaufende, starke, eiserne Schiene einzulassen und mit Holzschrauben gut zu befestigen; und ist die Treppe breit, so benutzt man auch das auf dieser Wange nun immer notwendige Geländer auf die schon früher angegebene Art mit zum Tragen, indem man alle oder doch mehrere der Geländerstäbe von Eisen macht, dieselben ganz durch die Wange bis in die erwähnte Eisenschiene reichen läßt und hier, sowie in einer zweiten eisernen Schiene, die in der Unterfläche des Handgriffes eingelassen ist, so befestigt, daß diese beiden Schienen mit den betreffenden Geländerstäben als eine feste, durchbrochene Fläche, als eine zweite Wange, angesehen werden können.

Eine solche Treppe gewährt indessen nie eine große Sicherheit und ist daher nur in besonderen Fällen zur Verbindung einzelner Räume, aber nicht für den allgemeinen Gebrauch in einem Gebäude zulässig.

Wendeltreppen mit hohler Spindel unterscheiden sich, was die Ausarbeitung der Wangen anbetrifft, durchaus nicht von den „gewundenen“ Treppen, besonders wenn die äußere Wange an einer Mauer oder Wand ihre Befestigung findet. Die innere Wange solcher Treppen wird oft so hoch gemacht, daß sie zugleich das Geländer bildet und der Handgriff desselben durch eine passende Profilirung der Wangenoberkante dargestellt wird.

Sollen Wendeltreppen ganz freitragend konstruirt werden, dann wird man sie nicht mehr aus Holz, sondern aus Eisen herstellen, wie solche im dritten Bande zu finden sind. Überhaupt werden diese Treppen, welche sehr häufig möglichst wenig Raum beanspruchen, bei zierlichem Ansehen hinlängliche Sicherheit bieten sollen, schon längst in Gußeisen und höchst selten in Holz ausgeführt.

Schließlich sei noch der Treppen ohne Wangen, deren Stufen, ähnlich den steinernen, Blockstufen sind, Erwähnung gethan, welche jedoch selten mehr zur Ausführung kommen dürften. Der Querschnitt ist ganz so, wie wir ihn bei den Steintreppen kennen gelernt haben, so daß jede obere Stufe auf und gegen die untere sich stützt, und nur die unterste oder der Antritt der Treppe einer unverrückbar festen Lage bedarf, um die ganze Treppe zu tragen, wenn eine Drehung der Stufen um eine horizontale Achse nicht eintreten kann. Um dies zu verhindern, werden auch hier die Stufen mit ihrem äußeren Ende in die Umfassungsmauer des Treppenhauses eingelegt und befestigt. Außerdem werden aber die inneren Enden noch mittels eiserner Schraubenbolzen verbunden, deren Köpfe und Muttern in die Stoßfugenflächen der Stufen eingelassen werden. Diese Bolzen reichen immer durch zwei Stufen, so daß jede der letzteren zweimal durchbohrt werden muß, wie dies in Fig. 5 A—C, Taf. 81, dargestellt ist.

Die Treppen sind natürlich immer freitragende, und gewöhnlich sind sie gebrochen gerade mit Eckpodesten. Diese letzteren werden auf die Art konstruirt, wie dies in Fig. 6, Taf. 81, deutlich dargestellt ist. Der frühere, diagonal gestellte Podestriegel bleibt nämlich fort, so daß die oberste Stufe des zum Podest aufsteigenden Treppenarmes und ein Querriegel unter der obersten Stufe des von ihm aufsteigenden Armes die Hauptkonstruktionshölzer des Podestes bilden. Sie sind auf die Kehrung zusammengeschnitten und durch Zapfen und Versatzung mit einander verbunden; außerdem aber noch durch einen Schraubenbolzen, der senkrecht auf die Kehrungsfuge gerichtet ist. Mit den äußeren Enden sind diese Hölzer ebenfalls in den Mauern des Treppenhauses befestigt, und zunächst an diesen Mauern tragen sie ein Paar Riegel, auf welchen der Podestbelag aufliegt. Das Querprofil der genannten Hölzer, sowie überhaupt ihre ganze Gestalt, geht aus den Fig. 6 und 7, Taf. 81, deutlich hervor, und wird weiter keiner Erläuterung bedürfen, wenn wir bemerken, daß die Fig. 7 a und b die in Fig. 6 mit denselben Buchstaben bezeichneten Hölzer darstellen, in Fig. 7 aber auseinander gerückt, so daß die Art ihrer Verbindung deutlich wird. In Fig. 7 stellt ferner a_1 die untere, a_{11} die vordere, und a_{111} die hintere Ansicht von der in a in der oberen Ansicht gezeichneten Stufe dar.

Aus dieser kurzen Beschreibung wird man erkennen, daß eine solche Konstruktion allerdings ausführbar, aber sehr mühsam und daher teuer ist, auch sehr sorgfältige

und genaue Arbeit voraussetzt. Außerdem hängt das Gelingen auch gar sehr von der Beschaffenheit des Materials ab. Dasselbe muß möglichst unveränderlich in seiner Form sein, welche Eigenschaft man bei Holz kaum voraussetzen darf, weshalb nur eine feste Holzart, wie die Eiche, und diese auch nur in ganz ausgetrocknetem Zustande, verwendet werden darf. Gut wird es außerdem doch immer sein, an der in einer Ebene liegenden Unterfläche der Stufen, nahe an ihrer inneren Kante, eine starke eiserne Schiene, so lang wie der ganze Treppenarm, einzulassen und mit Holzschrauben zu befestigen, weil, wenn auch nur eine der Stufen schwinden oder zusammentrocknen sollte, man den betreffenden Bolzen, der sie mit ihrer Nachbarin verbindet, nicht wohl „nachziehen" kann, wenn die Treppe einmal aufgestellt ist.

Die ganze Konstruktion ist nicht zu empfehlen, um so weniger, da eine Treppe mit aufgesattelten Stufen ebenfalls ein sehr zierliches Ansehen gewährt, bei weitem solider ist und zugleich weniger Kosten verursacht.

Gewährt nun eine gerade gebrochene Treppe dieser Konstruktionsweise wenig Sicherheit, so ist dies bei gewundenen Treppen noch mehr der Fall, besonders wenn sie ganz freitragend sein sollen. Die Verbindung der Stufen geschieht auf die angegebene Weise, und die untere Schiene wird an beiden Stufenenden angebracht. Bei ganz kleinen Treppen läßt man die die Stufen verbindenden Bolzen wohl ganz fort, benutzt dann aber die Handgriffe der Geländer auf die angegebene Weise mit zum Tragen.

Eine Treppe von bedeutenden Abmessungen, und auf diese Weise konstruirt, ist in dem „Königsbau" in München ausgeführt, wobei man die Stufen aus einzelnen Holzstücken zusammengeleimt hat, um das Werfen und Schwinden derselben zu verhüten. Außerdem sind die Stufen an beiden Enden durch Schraubenbolzen mit einander verbunden und das Eisen ist überhaupt nicht gespart.

Neuntes Kapitel.

Die Verbretterungen.

Zu diesen werden alle diejenigen Holzkonstruktionen gerechnet, welche zur Herstellung von Fußböden, Verkleidungen von Wänden, „Vertäferungen", und zu den aus Brettern bestehenden Dachdeckungen erforderlich sind. Bei letzteren werden auch die Eindeckungen mit Stroh und Rohr erwähnt werden, weil sie hier den geeignetsten Platz finden.

A. Die Fußböden.

§ 1.

Allgemeines.

Die Anforderungen, welche man im allgemeinen an einen hölzernen Fußboden stellt, sind, abgesehen von dem größeren oder geringeren Grad von Eleganz: Ebenheit und Dichtigkeit, besonders gegen das Durchdringen von Staub. Die erste Anforderung hängt ab von der Ebenheit und Unbeweglichkeit der Unterlage des aus gleich dicken Brettern konstruirten Fußbodens, die zweite dagegen von der Verbindung der Teile desselben.

Die meisten Böden werden der Wohlfeilheit wegen aus weichem Holze, Weißtanne oder Rottanne, hergestellt; dagegen gewähren die aus hartem Holze, aus Eichen oder Buchen gebildeten, weit mehr Dauer und dürften deshalb ausschließlich in Räumen Verwendung finden, welche stark frequentirt werden, als: Wartsäle, Schulen, Kirchen, Theater u. s. w. Außerdem werden verschiedenartige in- und ausländische Holzarten kombinirt, um die Zeichnung, welche man dem Boden geben will, bestimmter hervorzuheben.

In Beziehung auf das Legen dieser Böden müssen wir unterscheiden, ob sie, wie in den oberen Stockwerken eines Gebäudes, auf den Balkenlagen liegen, oder ob ihnen, wie im Erdgeschoß, eine Balkenlage fehlt. Im letzteren Falle müssen sogenannte Fußbodenlager oder Ripphölzer gestreckt werden, was im andern Falle meistens nicht nötig ist, weil die Balken als solche dienen.

Ein hölzerner Fußboden wird, mit seltenen Ausnahmen, horizontal liegen sollen, und es müssen daher die Lagerhölzer mit ihren Oberflächen in eine Horizontalebene fallen. Ist der mit einem hölzernen Fußboden zu versehende oder, wie man sich technisch auszudrücken pflegt, der zu „dielende" Raum unterwölbt, so finden die Unterlager auf dem Gewölbe ihre Unterstützung, und man wird nur darauf aufmerksam sein müssen, daß das Auffüllmaterial, welches die Unterlager umgiebt und unmittelbar bis unter die Dielen des Fußbodens reicht, durchaus trocken und nicht mit Stoffen vermengt ist, die zur Entstehung von Schwamm oder Fäulniß Veranlassung geben müssen.

Das Füllmaterial darf daher keine vegetabilischen Teile, als Pflanzenreste, Holzspäne u. s. w., oder gar animalische Abgänge enthalten, und muß vollkommen trocken sein. Es eignet sich daher am besten reiner trockener Sand oder Sand mit Kies, Schmiedeschlacken, Kohlengrus u. s. w. vermengt. Bauschutt dürfte nur ausnahmsweise, doch stets mit Vorsicht, wegen Einbringung von Ungeziefer ins neue Gebäude, verwendet werden.

In neuester Zeit wird aus sanitären Gründen darauf gesehen, daß das Füllmaterial auf den Gewölben, sowie

auch auf den Gebälken womöglich aus reinem trockenen Sand bestehe.

Ist der zu dielende Boden nicht unterwölbt und überhaupt kein benutzbarer Raum weiter darunter, so thut man immer gut, einen Luftraum zu beschaffen und die Unterlager wie ein Gebälk zu behandeln, d. h. sie möglichst frei zu legen, indem man sie unmittelbar durch gemauerte Pfeiler oder durch Unterzüge unterstützt, die durch jene Pfeiler getragen werden. In diesem Falle darf aber der unter dem Fußboden gebildete Luftraum nicht von der äußern Luft abgeschlossen werden, weil er sonst gerade Veranlassung zur Entstehung des Hausschwammes geben würde. Es müssen vielmehr in den gegenüberstehenden Sockelmauern korrespondirende Luftzüge angelegt und alle einzelnen Räume unter dem Fußboden durch solche verbunden werden, so daß nirgend stagnirende Luft entstehen kann. Wenn bei einer solchen Anordnung die Sockelmauern 0,60—1 m hoch sind, der Fußboden also um ebensoviel über dem umgebenden Terrain erhaben liegt, so dürfte sie die sicherste gegen die Entstehung des Hausschwammes sein. Liegen nicht beide Sockelmauern frei, so kann man sich oft dadurch helfen, daß man die mit einander kommunizirenden Luftzüge unter dem Fußboden durch einen gemauerten Kanal mit einer Heizung in Verbindung setzt und so eine Zirkulation der Luft unter dem Fußboden zu bewirken sucht. Um der Einwendung, daß ein solcher Fußboden im Winter sehr kalt sei, zu begegnen, darf man die vergitterten Öffnungen in den Sockelmauern nur mit gut schließenden Klappen versehen, mit welchen man im Winter die Öffnungen verschließen kann.

Gewöhnlich wird zu den Unterlagern der Fußböden Eichenholz verlangt, und wenn auch nicht geleugnet werden soll, daß dieses Material mehr Dauer gewährt als Nadelholz, so darf man doch nicht glauben, daß es weniger leicht vom Schwamme ergriffen wird, wenn sonst günstige Umstände dafür vorhanden sind; und vielfache Erfahrungen lehren, daß gutes, kerniges Nadelholz ebenfalls gute Dienste leistet. Das eichene Lagerholz sollte sofort nach der Vergebung der Zimmerarbeit geschnitten, in fließendem Wasser ausgeloht und dann sorgfältig getrocknet werden, bevor es zur Verwendung kommt.

Am meisten Vorsicht verlangen Lagerholz und Untergrund in Bezug auf Trockenheit, wenn darauf ein eichener Parkettboden gelegt werden soll, durch dessen gut geschlossene Fugen die Feuchtigkeit nicht leicht entweichen kann, weshalb nicht selten, insbesondere da, wo Unterkellerung fehlt, die Lager auf Asphaltestrich gelegt werden, um das Aufsteigen der Bodenfeuchtigkeit zu verhindern. Die Wände werden auf die Höhe der Lager ebenfalls mit Asphalt überzogen. Der Zwischenraum zwischen den Lagern ist mit reinem trockenem Sande auszufüllen. Dies giebt für Wohnräume einen guten trockenen Boden. Bei Verkaufslokalen hingegen, wo es auf die Elastizität des Parkettbodens weniger ankommt, kann die Herstellung desselben billiger stattfinden, indem die eichenen, unten schwalbenschwanzförmig ausgenuteten Riemen direkt in heißen Asphalt eingedrückt werden. Ein solcher Boden begeht sich sehr hart und ist deshalb für Wohnräume weniger angenehm als der gewöhnliche Parkettboden. Die Entfernung der Unterlager voneinander richtet sich nach der Stärke der Fußbodenbretter und beträgt 0,75—1 m. Bei außergewöhnlich starken Dielen von 4 bis 6 cm wächst diese Entfernung von 1,5—2,4 m.

Die ordinären Fußböden höherer Stockwerke haben die Balken der Decke des untern gemeinhin als Unterlager und werden unmittelbar auf diesen befestigt. Es richtet sich daher, wie schon früher an seinem Orte bemerkt wurde, die Entfernung der Balken voneinander zum Teil nach der Stärke der zu verwendenden Fußbodenbretter. Bestehen die Balken aus beschlagenen Hölzern, so sind sie gewöhnlich an den Wipfelenden niedriger und werden „verschossen“ gelegt, d. h. so, daß Wipfel- und Stammenden wechseln. Die hierdurch entstehende Unebenheit in der Balkenoberfläche muß vor dem Legen des Fußbodens ausgeglichen, oder, wie der Zimmermann sagt, die Balkenlage muß „aufgerippt“ werden. Dies besteht darin, daß die Wipfelenden der Balken durch aufgenagelte keilförmige Hölzer zu der Höhe der Stammenden gebracht werden. Hierbei ist nur darauf zu sehen, daß diese Keile wenigstens 12 cm Breite haben, damit die Fußbodenbretter ein sicheres Auflager auf ihnen finden.

Die hölzernen Fußböden werden eingeteilt in *ordinäre*, *eingefaßte*, *parkettirte*, *fournirte* und *geblockte* Fußböden, welch' letztere man auch wohl mit dem Worte *Klotzpflaster* bezeichnet.

§ 2.

Ordinäre Fußböden.

Darunter versteht man solche, die aus einfach nebeneinander befestigten Brettern oder Dielen, ohne alle weitere Einteilung durch Friese u. s. w. gebildet werden. In Beziehung auf die Verbindung der Bretter unterscheidet man: *gefugte*, *gespundete*, *gefederte* und *gefalzte* Fußböden, und macht bei jeder Art noch die Unterabteilung in *geleimte* oder *ungeleimte* Fußböden, je nachdem man nämlich die Bretter vor der angegebenen Verbindung zu sogenannten *Tafeln* (gewöhnlich aus zwei bis drei Brettern bestehend) zusammenleimt oder nicht.

Die ebengenannten Verbindungen kennen wir bereits und brauchen daher nur die Vor- und Nachteile derselben in der hier gemeinten Anwendung anzuführen, ohne uns auf das Detail der Verbindungen selbst weiter einzulassen.

Die gefugten Fußböden haben den Nachteil, daß sie leicht den Staub, welcher sich aus der Unterfüllung entwickelt, durchlassen, und daß alle Bretter einzeln tragen und sich gegenseitig nicht unterstützen. Dem letzteren Übelstande sucht man dadurch abzuhelfen, daß man zwischen je zwei Unterlagern in der Bretterfuge einen Dübel anbringt, wodurch die Bretter einen sehr wirksamen Halt aneinander erhalten. Die Vorteile dieser Verbindungsweise bestehen darin, daß einmal die möglichst größte Breite der Bretter benutzt wird, man also an Material spart, und daß man die durch das Trocknen und Schwinden der Bretter sich öffnenden Fugen leichter „ausspänen" kann. Wenn nämlich das Öffnen der Fugen nach einigen Jahren sein Maximum erreicht hat, so schließt man dieselben, indem man dünne, aber lange Holzstreifen, sogenannte „Späne", mit Leim bestrichen, in die möglichst gereinigten Fugen treibt und die Hervorragungen, mit der Oberfläche des Fußbodens bündig, abhobelt. Bei nur gefugten Brettern steht dem Eintreiben dieser Späne in gehöriger Breite kein Hindernis entgegen, was bei den anderen Verbindungen in diesem Maße nicht der Fall ist.

Die gespundeten Fußböden gewähren große Dichtigkeit gegen das Durchdringen des Staubes, und ebenso geben sie einen steifen Fußboden, indem die Bretter auf ihre ganze Länge in einander greifen und sich gegenseitig stützen; hingegen kosten sie mehr Material, weil von jedem Brette die Breite der Feder verloren geht, und können nicht wohl ausgespänt werden, da ein Span, der nur ein Drittel der Brettstärke zur Breite hat, sich nicht fest eintreiben läßt und sehr leicht lose wird.

Mit den gespundeten Fußböden stehen die gefederten fast ganz gleich, sie sind ebenso dicht und ebenso unbiegsam, und letzteres in sehr hohem Grade, wenn man sich der eisernen Federn bedient. Sind die Federn von Holz, so sollten die Fasern derselben immer senkrecht auf die der Bretter gerichtet sein, was auch sehr gut angeht, weil die Federn von der Seite eingetrieben werden und es daher gar nicht darauf ankommt, ob sie aus langen Stücken bestehen oder nicht. Die Nachteile sind dieselben, wie bei den gespundeten Böden, doch ist der Materialverbrauch etwas geringer, weil sich die Federn vorteilhafter aus ganzen Brettern schneiden lassen und dann die Fußbodenbretter ihre ganze Breite behalten, da für die Nuten keine Breite verloren geht.

Die gefalzten oder halbgespundeten Böden gewähren zwar etwas mehr Dichtigkeit als die nur gefugten, jedoch nicht mehr Steifigkeit als diese, weil sich die Bretter derselben nur dann gegenseitig unterstützen, wenn die Last sich von der Seite über sie hinbewegt, nach welcher sie übereinander greifen. Da nun auch der größere Materialverbrauch und das schwierige Ausspänen ganz wie bei den gespundeten Böden eintritt, so werden gefalzte Fußböden sehr selten angewendet. Nur bei Fußböden ganz untergeordneter Räume, wie Dachkammern, Speicherböden u. s. w., wo die Bretter rauh bleiben, d. h. nicht gehobelt werden, pflegt man, der größeren Dichtigkeit wegen, dieselben zu falzen.

Der Zweck des Zusammenleimens der Bretter zu Tafeln vor dem Verlegen derselben ist, weniger sich öffnende Fugen zu haben, weil man von den gut zusammengeleimten Fugen ein Öffnen nicht zu befürchten hat, wenn der Fußboden nicht anhaltend der Nässe ausgesetzt ist. Bei diesem Zusammenleimen werden die Bretter „verschossen", d. h. das Wipfelende des einen mit dem Stammende des andern zusammengeleimt. Wenn man nun auch durch diese Tafeln in einem gedielten Raume weniger Fugen bekommt, so ist damit doch wenig gewonnen, denn diese wenigen Fugen zwischen den breiten Tafeln werden sich nun um so weiter öffnen, weil das Schwinden der Bretter mit ihrer Breite in geradem Verhältnis steht, und wir glauben, daß wenige weite Fugen ebenso schlecht aussehen und ebenso viel Staub durchlassen, als mehrere und engere Fugen, die sich außerdem leichter dicht halten lassen. Für diese letztere Behauptung spricht das Verfahren der Schiffszimmerleute, welche ihre Verdecke immer nur mit 12—15 cm breiten Planken decken. Wir wollen daher den Fußböden mit „verleimten" Tafeln keinen Vorzug einräumen vor einem Fußboden, dessen einzelne Bretter die Breite von 15—20 cm nicht überschreiten. Hat man aber breitere Bretter, so ist es sehr anzuraten, diese in der Mitte auseinanderzuschneiden und in verwechselter Stellung wieder zusammenzuleimen, um das Verwerfen derselben zu verhindern.

Die Lage der Bretter wird mitunter nach der Art ihrer Abnutzung bestimmt, wie dies z. B. bei breiten Korridoren der Fall ist, wo man sie besser nach der Länge dieser Räume legt, als nach deren Breite, damit wenn die mittleren Bretter, auf welchen gewöhnlich gegangen wird, ausgetreten sind, man nur diese und nicht alle Bodenbretter zu erneuern hat. Jedes Brett muß mit der Kernseite nach unten zu liegen kommen.

Bei Fußböden, die einer starken Abnutzung unterworfen sind, wie in Werkstätten und Maschinenräumen u. s. w., pflegt man starke Dielen zu denselben zu verlangen, um einer Erneuerung nicht so bald entgegensehen zu müssen. Hier pflegt man sich aber oft zu täuschen. Starke Dielen werden allerdings nicht so bald durchgetreten als schwächere, aber dieser Grad der Abnutzung ist auch nicht gerade notwendig, um den Fußboden unbrauchbar oder unbequem zu machen, sondern es reicht hierzu gewöhnlich schon ein tieferes Austreten der Dielen hin, wodurch der Fußboden uneben wird. Es ist daher in solchen Fällen gewiß vorteilhafter, den Fußboden aus zwei Lagen schwächerer Bretter mit verwechselten Fugen bestehen zu lassen, weil man dann nur

den oberen Belag zu erneuern hat, also nur die Hälfte neues Material braucht und der untere Belag unversehrt liegen bleibt. Einen solchen Boden braucht man dann nur zu fugen; denn wegen der verwechselten Fugen ist er noch dichter gegen das Durchdringen des Staubes, als ein einfacher gespundeter. Der untere Belag bleibt hierbei rauh; und die besprochene Anordnung ist besonders in den Fällen, in welchen die Balkenfache leer bleiben und die Decke nur durch den auf den Balken liegenden Fußboden geschlossen wird, wie in Magazinen und dergleichen Gebäuden, vorteilhaft, weil hierdurch die Decke weit dichter wird, als wenn man nur einen einfachen Boden legen wollte.

Bei dem Legen und Befestigen der Fußbodenbretter kommt es hauptsächlich darauf an, nur Bretter von gleicher Stärke zu verlegen, damit ihre Oberflächen in eine Ebene fallen und dieselben möglichst fest aneinander getrieben werden, um die Fugen, anfänglich wenigstens, so dicht als möglich zu erhalten.

Um recht dichte Fugen zu erhalten, wird jedes Brett, bevor es festgenagelt wird, scharf gegen das bereits festgenagelte gepreßt, indem man auf die Unterlager einige Klammerhaken einschlägt und zwischen diese und das Brett ein paar Holzkeile bringt, durch deren festes Antreiben man die gewünschte Dichtung bewirkt. Während diese Keile noch festsitzen, wird dann das Brett genagelt und dann erst die Keile und die Klammerhaken gelöst, um bei dem folgenden Brette aufs neue gebraucht zu werden. An einigen Orten gebraucht man statt der Klammerhaken hölzerne Spreizen, die man gegen die gegenüberliegende Wand stemmt und als Stützpunkte für die Keile benutzt. Das erstgenannte Verfahren ist aber dem letzteren vorzuziehen, schon deshalb, weil mit letzterem eine Holzverschwendung verbunden ist, da die Spreizen jedesmal um eine Brettbreite verkürzt werden müssen und daher, wenn der Boden gelegt ist, in lauter unbrauchbare Stückchen verwandelt sind.

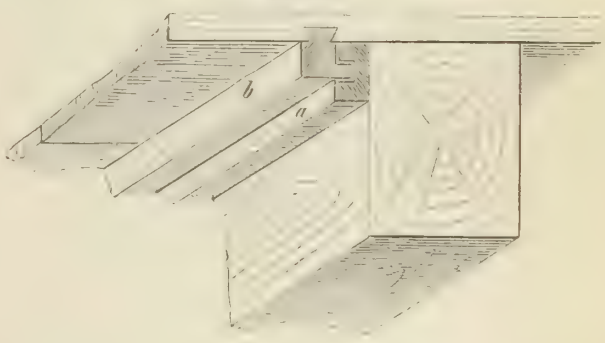
Bei dem Nageln selbst hat man darauf zu sehen, daß jedes Brett wenigstens mit zwei Nägeln auf jedem Unterlager genagelt wird. Die Nägel sollen die dreifache Stärke der Bretter zur Länge haben und mit ihren länglichen Köpfen so gesetzt werden, daß letztere parallel mit den Holzfasern stehen, damit sie ganz eingetrieben werden können, so daß die Köpfe noch unter der Brettoberfläche liegen. Daß die Nägel in geraden Linien eingeschlagen werden müssen, versteht sich von selbst. Aber jeder einzelne Nagel wird nicht ganz vertikal, sondern so eingetrieben, daß er durch sein Eindringen ebenfalls auf ein dichtes Aneinanderschließen der Bretter wirkt.

Die Fußbodenbretter dürfen, wenn die Balkenfache nicht überhaupt ganz leer bleiben, nirgends hohl liegen, sondern müssen wohl unterstopft werden, wozu reiner, scharfer Sand das beste Material bleibt.

Die hier beschriebenen „ordinären" Fußböden haben das Unangenehme, daß bei ihnen ein Öffnen der Fugen, trotz aller angewendeten Vorsicht, immer mehr oder weniger eintritt, wodurch das Ausspänen nach einigen Jahren notwendig wird, was in Verbindung mit den doch immer wahrnehmbaren Nagelköpfen dem Fußboden ein schlechtes Ansehen gewährt. Auch lassen diese Böden immer den Staub des Unterfüllmateriales durchdringen. Man hat daher öfter versucht, durch andere Konstruktionsweisen diesen Übelständen abzuhelfen. Von diesen Versuchen wollen wir nur einen näher besprechen, weil er wohl als gelungen zu bezeichnen sein dürfte. Er rührt von dem Tischlermeister Badmeyer in Berlin her, dem seine Erfindung seiner Zeit patentirt wurde.

Diese Fußböden haben den großen Vorzug, daß zwischen den einzelnen Brettern beim allmählichen Eintrocknen keine Fugen entstehen. Die Konstruktion ist folgende. Es werden in die Fußbodenbretter, nach Fig. 2, Taf. 82, und Fig. 507, die Leisten b eingeschoben, welche die gezeichnete Form haben, so daß sie eine Feder bilden, welche sich in die Nut der an die Deckenbalken genagelten Leisten a einschieben lassen. Die eingeschobenen Leisten b müssen sich also in derselben Entfernung befinden, als die Balken liegen, damit das Fußbodenbrett, sobald es von der Seite eingeschoben ist, von den Nutleisten aller Balken gehalten wird. Durch diese Leisten geschieht das, was die gewöhnliche Nagelung der Fußböden bewirkt, nämlich daß sich die Bretter nicht in die Höhe heben, sie gestatten aber, daß sich die Bretter nach den Seiten bewegen können, und daß die durch das allmähliche Austrocknen verursachten Bewegungen ungehindert vor sich gehen können. Alle Bretter werden beim Legen des Fußbodens zusammengeleimt, damit der ganze Fußboden wie aus einem Stücke besteht und das Ganze sich bei Veränderung der Luft und ihrer Temperatur ausdehnen und zusammenziehen kann. Es entstehen daher nur Fugen an den mit der Länge der Bretter parallel laufenden beiden Wänden, die durch Brettstreifen, mit Holzschrauben befestigt, leicht ausgefüllt werden können. An diesen Wänden werden

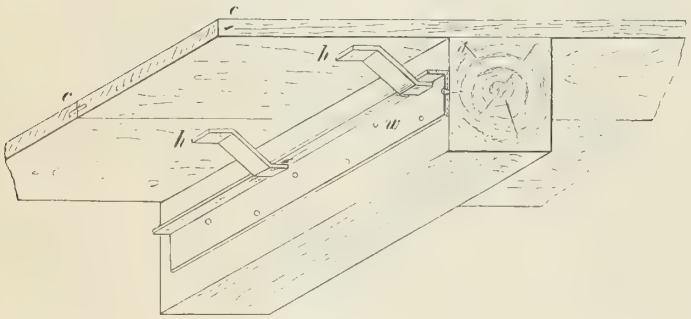
Fig. 507.



daher die Fußleisten (Sockel) in den ersten Jahren nur lose gegengestellt, damit man zu jeder Zeit diese Ausfüllung vornehmen kann. Die Fußleisten an den Hirnenden der Dielung werden aber sorgfältig befestigt, da sie zur Niederhaltung des Fußbodens dienen. Um letzteres zu erreichen, bedient man sich auch eingelegter gefalzter Friese. Zur größeren Bequemlichkeit bei der Arbeit fertigt man Tafeln von zwei oder drei Fußbodenbrettern mit eingeschobenen Leisten an, besonders um die mühsame Arbeit des Zusammenleimens an Ort und Stelle zu verringern. Schließlich ist noch zu bemerken, daß sich durch den durchquellenden Leim die Fußbodenbretter an die unteren Leisten oder Balken anleimen könnten, wodurch das Nachziehen gestört würde, weshalb man auf die Balken oder Leisten Papierstreifen auflegen muß.

Eine andere hierher zu zählende Konstruktion, bei welcher ebenfalls die Nagelung der Dielen in Wegfall kommt und die Dichtung der Fugen nach dem Austrocknen des Holzes durch Aneinandertreiben der Bretter stattfinden

Fig. 508.



kann, ist in Fig. 508 dargestellt und der deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1883, S. 315, entlehnt.

An Stelle der festen Holzleisten a, Fig. 507, treten hier kleine Winkeleisen w, Fig. 508, welche an den Lagern oder Balken befestigt werden. Unter den wagrechten Flantsch derselben greifen nun die ebenfalls aus Eisen bestehenden Haken h h, welche an den Dielen angeschraubt sind und hier die Leisten b, Fig. 507, vertreten. Für schmale Bretter ist ein Haken an jedem Balken genügend, für breite sind besser zwei zu verwenden, so daß auf den □ m Fußboden 6 bis 8 Haken kommen. Die Verbindung der Dielen unter sich geschieht durch sogenannte Verbandstifte c c. Im übrigen verweisen wir auf unsere oben verzeichnete Quelle.

§ 3.

Eingefaßte Fußböden.

Unter diesen versteht man solche, bei denen die Fläche des Fußbodens durch sogenannte Friese in zwei oder mehrere Felder geteilt erscheint. Man kommt am einfachsten auf solche Böden, wenn der zu dielende Raum so groß ist, daß die vorhandenen Bretter mit ihrer Länge nach keiner der Dimensionen ausreichen und daher in dieser Richtung gestoßen werden müssen. Wollte man diesen Stoß ohne weiteres durch das Gegeneinanderlegen der Bretter bewirken, so würde die hierdurch gebildete Fuge, welche die übrigen rechtwinklig schneidet, sehr übel aussehen. Man legt deshalb ein Brett zwischen die Stöße, welches sich nun ebenfalls mit den übrigen Brettern rechtwinkelig kreuzt, und nennt solches einen Fries. Diesen macht man gern von andersfarbigem Holze, um ihn mehr auszuzeichnen, und wenn man mehrere dergleichen Friese in sich kreuzenden Richtungen anordnet, so erscheinen die einzelnen Felder des Fußbodens als von diesen Friesen „eingefaßt", umsäumt; daher der Name. Das Interesse, was eine solche Felderteilung der sonst langweiligen und eintönigen Fläche des Fußbodens gewährt, hat Veranlassung gegeben, diese Friese auch da anzuordnen, wo sie nicht durch die Notwendigkeit geboten sind, und man hat sie zuweilen so vermehrt, daß die einzelnen Felder nur noch 0,70 m Seite behalten, welche Böden dann gewissermaßen den Übergang zu den Parkettböden bilden.

Die Konstruktion dieser Böden ist von der Anzahl der Friese oder der Größe der Felder ziemlich unabhängig, indem die Verbindung der Fußbodenbretter mit den Friesen und die Befestigung derselben auf den Unterlagern immer dieselbe bleibt. Es wird daher genügen, nur auf letzteres hier näher einzugehen, um die ganze Konstruktion kennen zu lernen.

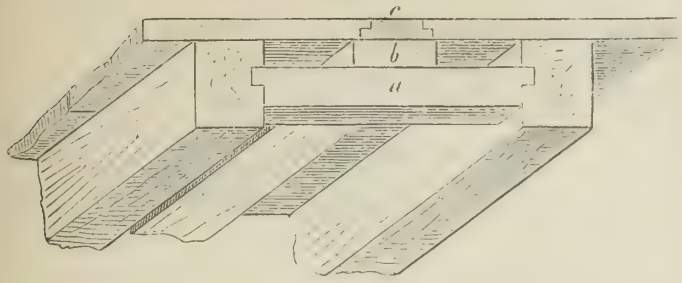
Die Konstruktion ist verschieden, je nachdem der Fußboden im Erdgeschosse oder überhaupt an einem solchen Orte gelegt werden soll, wo man die Unterlager legen kann, wie man will, oder in einem obern Stockwerke, wo die Balken als Unterlager dienen sollen. Von ersteren zunächst.

Fig. 3, Taf. 82, stelle einen Raum dar, der durch ein Kreuz von Friesen und eine Einfassung in vier Felder geteilt werden soll. Es müssen nun die Unterlager so gelegt werden, daß die Friese, welche die Tafeln rechtwinkelig kreuzen, immer auf ein solches treffen, und zwar muß das Unterlager um 6 – 9 cm breiter als der Fries sein, damit die Enden der Fußbodenbretter oder Tafeln auf den 3 bis 4 cm breiten Vorsprüngen noch ein Auflager finden und genagelt werden können. Da man aber mitunter die Friese bis zu 25 cm breit macht, so würde dies 31—33 cm breite Unterlager erfordern, weshalb man in einem solchen Falle lieber zwei schmale Unterlager mit einem Zwischenraume so unter den Fries legt, daß sie mit ihrer halben Breite hervorragen. Die an den Hirnenden der Fußbodenbretter, zunächst an den Wänden liegenden Unterlager können von letzteren einige Zolle abgerückt werden, um so den nötigen

Vorsprung vor den Friesen zu bilden. Wo sich die Friese in den Ecken des Zimmers treffen, werden sie auf die Kehrung, sonst aber stumpf zusammengeschnitten, Fig. 4.

Fällt der Fries c zwischen zwei Balken, Fig. 509, so werden in Entfernungen von etwa 1,20 m Wechsel a ein-

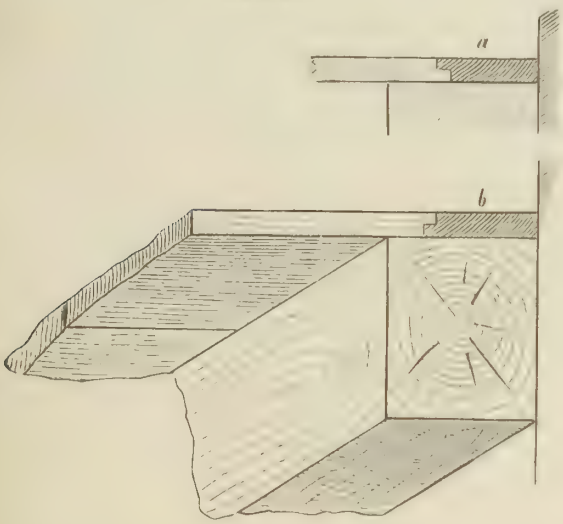
Fig. 509.



gezogen, auf welche ein Schlaufdielen b zu liegen kommt, der den Fries aufnimmt. Der Schlaufdielen wird 9 bis 12 cm breiter als der Fries angenommen.

Die Friese sind mit den Fußbodenbrettern von gleicher Dicke und werden mit diesen zusammengefalzt. Sind die Bretter und Friese 4 cm stark, so kann man den Falz umgekehrt nach Fig. 510a, d. h. so machen, daß der Fries auf die Bretter greift und nicht diese auf jenen, was den

Fig. 510.



Vorteil hat, die Hirnenden der Bretter niederzuhalten. Gewöhnlich wird jedoch die Falzung nach Fig. 510b ausgeführt.

Wenn die einzelnen Tafeln klein (nicht größer als 1,20 m etwa) sind, so ist es gerade nicht nötig, daß alle die Friese, welche senkrecht zur Länge der Fußbodenbretter liegen, auf Unterlager treffen, sondern es genügt, sie mit den sie selbst kreuzenden Friesen zu verblatten, wenn sie nur gut unterstopft sind, d. h. überall auf dem Füllmaterial aufliegen.

In neuerer Zeit macht man die Friese solcher Fußböden schmäler, gewöhnlich nur 12—15 cm breit, und nimmt sie gern von Eichenholz, während die Tafeln dazwischen von Nadelholz sind. So gefällig nun auch der hierdurch hervorgerufene Farbenwechsel für das Auge ist, so bringt die verschiedene Härte dieser beiden Holzarten doch den Übelstand hervor, daß eine ungleiche Abnutzung eintritt und die Friese Erhabenheiten bilden, wodurch der Boden uneben wird.

Soll der Fußboden unmittelbar auf die Balkenlage einer Zwischendecke gelegt werden, so wird es sich oft treffen, daß man die Einteilung in Felder nicht so anordnen kann, daß die Friese auf die Balken treffen. In diesem Falle legt man gewöhnlich zuerst auf die Balken einen Blindboden von 20—30 mm starken Brettern, die rauh, d. h. unbehobelt, bleiben, aber gefugt oder noch besser gespundet werden. Auf diesem Boden lassen sich dann die Friese in jeder beliebigen Richtung festnageln, und man kann nun wie eben beschrieben verfahren. Einen Blindboden wird man jedoch nur in dem Falle wählen, wenn die Zahl der Friese eine außergewöhnlich große ist, wodurch kleine Felder entstehen und sich der Boden schon dem parkettirten nähert.

In Hamburg z. B. pflegt man die Balkenfelder hohl zu lassen und dieselben unten durch eine Verschalung zur Aufnahme der Gipsdecke zu schließen, oben aber mit einem Blindboden. Auf letztern werden dann etwa 12 cm breite, 9—11 cm starke Ripphölzer in einer Entfernung von ca. 1 m festgenagelt, der Zwischenraum zwischen denselben bis zu ihrer Oberfläche mit Lehm und Sand aufgefüllt und nun der Fußboden darüber gelegt. Bei dieser Konstruktionsweise hat man die Lage der Unterlager ganz in seiner Gewalt und kann daher, wenn man einen eingefaßten Fußboden legen will, wieder ganz so, wie eben beschrieben wurde, verfahren. Oder man kann auch den Blindboden ganz fortlassen, wenn etwa eine halbe Windeldecke vorhanden ist; man braucht nur die Unterlager quer über die Balken (welche in diesem Falle aber nicht über 1 m voneinander entfernt liegen sollten) zu strecken, nun den ganzen Raum vom Windelboden bis zur Oberkante der Ripphölzer auszufüllen und dann wie vorhin zu verfahren. Hierbei wird man natürlich die Einteilung der Friese so zu machen suchen, daß möglichst viele der Länge nach auf Balken treffen, und dann die Lage der Fußbodenbretter senkrecht zu diesen Friesen anordnen.

§ 4.

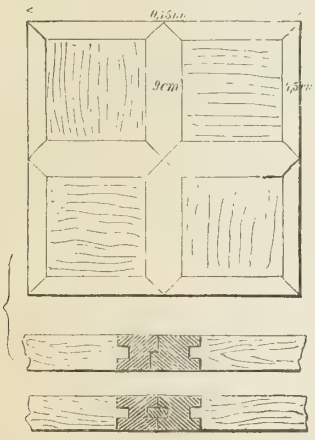
Parkettirte Fußböden.

Diese erfordern immer einen Blindboden, und zwar einen gehobelten, ganz genau wagerecht verlegten, der ganz wie ein ordinärer Fußboden angefertigt wird. Auf diesen

wird dann erst der aus einzelnen Tafeln bestehende Parkettboden befestigt.

Eine ältere Anfertigung dieser Tafeln ist folgende. Es werden vier Rahmstücke von gleicher Länge, an den Enden auf die Kehrung, zu einer quadraten Tafel von 0,75 m Seitenlänge verbunden und durch ein Kreuz nochmal in vier kleinere quadrate Felder geteilt. Letztere werden dann mit Tafeln aus einer anders gefärbten Holzart gefüllt, die mit einer Feder ringsum in die genuteten Friese oder Rahmstücke eingreifen.

Fig. 511.



Diese Tafeln fertigt der Schreiner ohne alle Nägel vorher in seiner Werkstatt an. Da bei dem Aneinanderlegen dieser Tafeln die einfassenden Friese zweier benachbarten, der Breite nach nur eins auszumachen scheinen, so müssen sie bei den einzelnen Tafeln genau halb so breit sein, als die mittleren sich kreuzenden Diese Tafeln stoßen entweder stumpf gegeneinander oder sie sind gefalzt, oder am besten durch eine eingeleimte Feder miteinander verbunden. Beide Verbindungsarten sind in Fig. 511 dargestellt.

Die Befestigung auf dem Blindboden erhielten diese Tafeln früher nur dadurch, daß man sie aufleimte; später pflegte man sie durch Nägel oder Holzschrauben zu befestigen, die in den Friesen so angebracht waren, daß die Köpfe unter der Oberfläche versenkt wurden. Zu diesem Zwecke hat man eine viereckige Vertiefung an der betreffenden Stelle aus dem Fries ausgestemmt, den Nagel oder die Holzschraube, erstern mittels eines sogenannten „Aufsetzers", eingetrieben und dann die Öffnung wieder zugespundet, indem man ein Holzstückchen gleicher Art, dessen Fasern mit den übrigen parallel laufen, einleimte. Diese Befestigungsweise, wodurch der Boden mehr oder weniger geflickt erscheint, hat man verlassen, und werden sämtliche Tafeln ringsum gefedert und an zwei Seiten der unterste Backen der Nuten auf den Blindboden genagelt, wodurch die Nagelköpfe von der Bodenoberfläche ganz verschwinden. Auf diese Weise werden immer zwei Seiten der Tafeln durch die Federn allein, die beiden anderen Seiten durch die Nägel gehalten. Die beiden ersteren grenzen an genagelte, die beiden letzteren an ungenagelte Seiten der anstoßenden Tafeln.

Muster der am häufigsten verwendeten Parkettböden sind auf Taf. 83 abgebildet.

Die reichsten und elegantesten Fußböden sind unstreitig die fournirten, welche aber auch sehr geschont werden müssen und sich mehr für Repräsentationsräume eignen. Zu diesem Zwecke fertigt man Tafeln an, welche aus zwei oder drei in ihren Adern sich kreuzenden Lagen von Nadelhölzern bestehen, und fournirt oder belegt diese auf der Oberfläche mit einer dünnen, etwa 3—6 mm starken Lage kostbarer, verschieden gefärbter oder verschieden farbiger und in beliebigen Figuren zusammengeschobener Hölzer. In neuerer Zeit werden die Fournire in oft ganz kleinen Stücken (Quadrate und Dreiecke von kaum 3 cm Seite) mittels Maschinen gefertigt, wodurch sehr leicht genaue geometrische Figuren erzielt werden können, welche nur zusammen zu passen und auf die Unterlage aufzuleimen sind.

Sicherer gegen das Verwerfen, aber auch teurer konstruirt man, wenn man die zu fournirenden Tafeln, wie die früher beschriebenen, aus zusammengeschlitzten Rahmen und Füllungen, aber alles aus Nadelholz, bildet, diese unterhalb mit einem „Blindfournir" aus Eichen- oder Rüsternholz und oberhalb mit dem verzierten Fournir überzieht. Das Festnageln dieser Tafeln geschieht dann gewöhnlich, wie eben beschrieben, mit sogenannten Kreuznägeln, die in schräger Richtung in die Nuten der Tafeln vor dem Einleimen der Federn eingetrieben werden.

Ehe wir zu einem neuen Gegenstande übergehen, müssen wir noch einiges über das zu den beschriebenen Fußböden zu verwendende Material anführen, weil dieses auf die Darstellung eines guten Fußbodens einen sehr großen Einfluß ausübt.

Zunächst darf nur kerniges Holz mit wenig Splint verwendet werden, und wenn man nicht bald weite Fugen haben will, muß das Holz möglichst gut ausgetrocknet sein; bei geleimten Böden schon deshalb, weil sonst die Leimfugen nicht halten. Gewöhnlich sind die Bretter nur „lufttrocken" und zu ordinären Böden ist dies auch zureichend. Soll das Holz aber zu Parkett- oder Fournirböden verwendet werden, so muß der Grad der Trockenheit ein größerer sein und das Holz sowohl zu den Blindtafeln als zu den Fourniren womöglich in einer besonderen Trockenkammer, die bis auf 30° R. erwärmt wird, und in welcher für gehörige Lufterneuerung Sorge getragen wird, besonders getrocknet werden. Daß außerdem zu besseren Fußböden keine astigen Bretter verwendet werden dürfen, versteht sich von selbst, und sehr oft wird in den Arbeitsbedingungen das Maximum der Zahl von Ästen, welche in einer Tafel vorkommen dürfen, vorgeschrieben; wobei aber dann noch vorausgesetzt wird, daß diese Äste weder groß, noch lose sein dürfen.

Da ferner gut ausgetrocknetes Holz gern Feuchtigkeit aus der Luft einsaugt und dadurch aufquillt, was vor dem

Verlegen der Fußbodenbretter nicht stattfinden darf, so kann man die Fußböden erst legen, wenn die Zimmer durch die bereits angeschlagenen Thüren und Fenster gegen die äußere Luft gehörig abgeschlossen werden können; ja es ist nicht unwichtig, darauf zu halten, daß die in den Werkstätten zubereiteten Fußbodenteile nur bei trockenem, warmen Wetter nach der Baustelle transportirt werden. Hat man endlich Bretter von verschiedener Trockenheit, so verlegt man die weniger trockenen in die Räume zu ebener Erde, weil diese, weniger warm und trocken, kein so starkes Austrocknen und Schwinden der Bretter zulassen, als wie die trockneren und wärmeren Räume der oberen Geschosse, in welche daher die trockensten Bretter verwendet werden müssen.

Die Gewohnheit, die ordinären und auch die eingefaßten Fußböden von Nadelholz ohne Anstrich zu lassen und dieselben durch Scheuern und Waschen zu reinigen, ist eine sehr üble, die den Gebäuden selbst nachteilig wird, und dies um so mehr, je öfter das Scheuern vorgenommen, also je reinlicher der Fußboden gehalten wird. Bei dieser Operation, bei welcher häufig weit mehr Wasser auf den Boden gebracht wird, als dies die Reinigung erfordert, dringt ein Teil davon durch die Fugen in das Füllmaterial und durchnäßt dieses so, daß es vor dem nächsten Scheuern nicht wieder austrocknen kann, was leicht den Balken nachteilig wird, abgesehen davon, daß dieser Umstand der Gesundheit der Bewohner unmöglich zuträglich sein kann. An manchen Orten streicht man daher die Fußböden mit Ölfarbe an oder tränkt sie wenigstens mit Leinöl, unter welches etwas gebrannte Terra de Siena gemischt ist. Ein solcher Boden nimmt den Schmutz nicht so leicht an und kann durch Abwischen mit einem feuchten Tuche leicht gereinigt werden, so daß das lästige Scheuern ganz fortfällt. Doch hält ein solcher Anstrich gewöhnlich nicht lange, und um einen Boden dauernd reinlich und schön zu erhalten, ist es notwendig, denselben anfänglich mit Wachs „einzulassen", worauf man dann zur Reinigung des Wassers gar nicht bedarf. Das hierbei zu befolgende Verfahren ist folgendes.

Der „einzulassende" Fußboden, sei er neu oder alt, muß durchaus rein und trocken sein. Zu dem Ende muß er durch Kehren und Bürsten sorgsam gereinigt oder auch, wenn es nötig ist, gescheuert werden, wobei man solche Flecke, die auch diesem Angriffe widerstehen, durch Abholen oder Abziehen mit der Ziehklinge entfernen muß. Hiernach muß man den Boden vollkommen trocken werden lassen, und dann erst kann man zu dem „Einlassen" schreiten. Besteht der Fußboden aus edleren Holzsorten, die keiner weiteren Färbung bedürfen, so bedient man sich des gebleichten, sonst aber des gewöhnlichen gelben Wachses.*)

*) In neuerer Zeit wird bei Parkettböden ein Anstrich von in Terpentin aufgelöstem Wachs in heißem Zustande auf das Holz aufgetragen, worauf man erst mit dem Wichsen des Bodens beginnt.

Soll nun der Boden nicht noch eine besondere Färbung erhalten, so kann sogleich das sogenannte „Bohnen" vorgenommen werden. Dies geschieht, indem man den eingelassenen Boden mit einer nicht zu steifen Bürste bearbeitet, welche der Arbeiter mit dem Fuße regiert, und zuletzt noch mit einem wollenen Tuche „wichst". Will man aber vorher dem Boden noch eine Färbung geben, wie dies bei geringeren Holzsorten oder bei weichem Holze zu geschehen pflegt, oder ist ein älterer Boden durch den Gebrauch abgenützt, so wird vor dem „Bohnen" eine sogenannte Wachsseife mittels eines Borstwischels oder Pinsels gleichmäßig aufgetragen, und erst wenn der Boden vollkommen ausgetrocknet ist, kann das „Bohnen" mit Bürsten und Lappen vorgenommen werden.

Schließlich möchten wir nochmals darauf aufmerksam machen, daß ein gut hergestellter Parkettboden so dicht schließt, daß nur schwer Feuchtigkeit durch denselben verdunsten kann, weshalb insbesondere zu ebener Erde auf eine vollkommen trockene Unterlage, trockene Ripphölzer, Füllmaterial u. s. w. zu sehen ist, wenn Fäulnis, Schwamm u. s. f. vermieden werden sollen.

§ 5.

Holzpflaster.

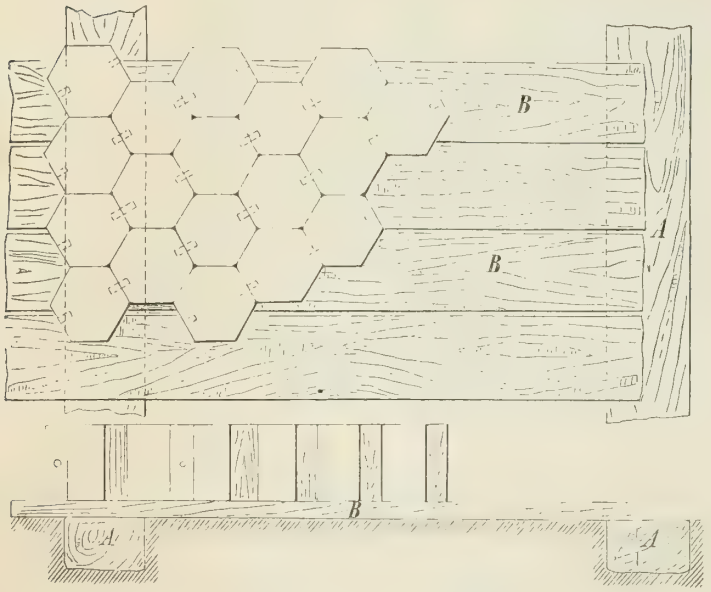
Im ersten Bande dieses Werkes wurde bei der Konstruktion der Fußböden das Steinpflaster besprochen, weshalb wir hier auch das Holzpflaster, „Klotzpflaster", oder die „geblockten Fußböden" besprechen wollen, obschon sie nicht unter die Verbretterung gerechnet werden können. Das Holzpflaster findet nicht allein als Straßenpflaster, sondern auch als Bodenbeleg in Durchfahrten, Stallungen, Remisen u. s. w. Verwendung.

Da im Budget großer verkehrsreicher Städte die Unterhaltung des Straßenpflasters einen sehr namhaften Posten vorstellt, so ist es begreiflich, daß man außer mit den bisher üblichen anorganischen Materialien auch mit organischen — mit verschiedenen Hölzern — Versuche anstellen wollte, wie dies in Paris, London, Petersburg, Washington u. s. w. und seit 1879 auch in Berlin geschehen ist.

Das Holzpflaster besteht aus zwei Teilen, und zwar aus seiner Unterlage, „Unterbettung", und dem darauf zu setzenden Holzbelag, den „Blöcken, Holzklötzen". Der Untergrund, auf den die Unterlage zu liegen kommt, muß recht fest sein, andernfalls er in irgend einer Weise, je nach seiner Beschaffenheit, widerstandsfähig gemacht werden muß, und zwar durch Stampfen, Beschottern, Walzen u. s. w. Die Unterlage bestand früher aus einer Kies- oder Sandbettung, welche heute noch für Durchfahrten, Stallungen u. s. w. in einer Stärke von

15—20 cm genügt. Eine ältere Konstruktion der Unterlage für Straßenpflaster, welche in Petersburg zur Ausführung kam, ist in Fig. 512 abgebildet, wobei A die Lagerhölzer vorstellen, welche 1,3—1,8 m entfernt gelegt und derart in den Boden eingebettet werden, daß das Ganze eine ebene Fläche bildet. Über dieselbe wird eine Lage

Fig. 512.



5 cm starker Dielen B gelegt mit weiten Fugen, damit das Wasser einen Durchlaß findet. Nach dem Legen werden die Dielen mit Teer getränkt und unmittelbar hierauf die Klötze versetzt. Solche Holzunterlagen sind kostspielig und in wenigen Jahren verfault, weshalb an ihre Stelle jetzt allgemein eine Betonschicht getreten ist von 15—24 cm Stärke, je nach dem Gewicht der Fuhrwerke, die auf der Straße verkehren, und je nach der Festigkeit des Untergrundes. Das Betonbett bleibt dauernd erhalten und ist als der tragende Teil des Pflasters anzusehen, während der Holzbelag von Zeit zu Zeit erneuert werden muß. Dasselbe muß stets so stark angefertigt werden, daß die Erdfeuchtigkeit vom Holze abgehalten wird, weshalb kein zu magerer Beton verwendet werden darf. Am üblichsten ist Kiesbeton im Verhältnis von 1 Teil Zement auf 8 Teile Kies.

Auf dieses Betonbett soll man nun in England*) eine Zwischenlage, bestehend aus einer 6—15 mm hohen Sandschicht oder einer 15—18 mm hohen Schicht künstlichen Asphalts, oder endlich einer 2—4 mm dicken Lage Dachpappe aufgebracht haben, um nämlich dem Holzpflaster eine durchaus trockene Unterlage und eine erhöhte Elastizität zu verschaffen. Diese Zwischenlage soll jedoch bei den neueren Ausführungen der „Gesellschaft für verbessertes Holzpflaster" (Improved Wood Pavement Company) in London nicht mehr verwendet und das Pflaster unmittelbar auf die Betonunterbettung gesetzt werden.

Was nun das Holzpflaster selbst und insbesondere das dazu zu verwendende Holz betrifft, so hat man die Nadelhölzer den Laubhölzern oder das weiche Holz dem harten, obschon es von größerer Dauer ist, vorgezogen, und zwar hauptsächlich der Wohlfeilheit wegen und weil Buchen-, insbesondere aber Eichenholz sehr glatte Fahrbahnen geben sollen. Obschon das Fichtenholz seines Harzgehaltes wegen eine größere Dauer verspreche als Tannenholz, verwende man dieses doch lieber, weil es sich gleichmäßiger abnutze, geschmeidigere Fasern habe, welche von den Pferdehufen und Wagenrädern nicht abgeschoren, sondern zusammengedrückt werden und einen dichten Filz bilden, auf welchem die Stöße der Fuhrwerke weniger empfindlich wären. Diese Filzschichte auf der Oberfläche des Holzpflasters werde so dicht und zähe, daß es das tiefere Eindringen des Regenwassers hindere und das Holz gegen Fäulnis schütze. Das aus Amerika bezogene Fichtenholz (Yellow-pine, Pitch-pine), welches versuchsweise in Berlin Verwendung fand, soll bezüglich der Dauerhaftigkeit dem deutschen Nadelholze gegenüber keine Vorzüge besitzen.

Mag man nun Tannen- oder Fichtenholz wählen, immerhin wird man darauf sein Augenmerk zu richten haben, daß es splintfrei ist und daß man das dichteste, festeste und zäheste Holz der gewählten Gattung für vorstehenden Zweck zu erhalten sucht.

Die einzelnen Pflasterblöcke sind Prismen von quadrater oder rechteckiger, seltener von polygonaler Grundform, Fig. 512. Da das Hirnholz der Blöcke die Fahrbahn bildet, so ist darauf zu achten, daß dasselbe möglichst gleichmäßige Dichtigkeit hat, damit es sich nicht ungleich abnutzt, welcher Anforderung Blöcke von verhältnismäßig geringeren Dimensionen eher entsprechen werden, als solche von größeren. Durchschnittlich erhalten die Köpfe der Blöcke bei Durchfahrten, Stallungen u. s. w., wo die Abnutzung geringer ist, wie bei Straßen, 12—20 cm Größe bei einer Höhe von 15 cm. Die Blöcke für Straßenpflaster haben in Berlin 13 cm Höhe, die in Fig. 512 18 cm. In England haben die Blöcke entschiedene Rechtecksform im Verhältnis von $1 : 2^1/_2$ bis $1 : 3$, um innerhalb der einzelnen auf der Straßenachse senkrechten Pflasterreihen nicht allzu viele Fugen zu bekommen, demzufolge sie in verkehrsreichen Straßen 7,2 cm Breite und 22,8 cm Länge erhalten. Was die Höhe betrifft, so hat man durch Versuche gefunden, daß ein gut ausgeführter Holzbelag von 10—12 cm Stärke die zur gleichmäßigen Verteilung der Verkehrsstöße auf die Unterlage erforderliche Elastizität besitze. Mit Rücksicht auf

*) Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1883, S. 106: „Das englische Holzpflaster." Von H. Keller.

die rasche Abnutzung jedoch muß dieses Grenzmaß um 3 bis 4 cm verstärkt werden, wonach man 13—16 cm Höhe erhält und für verkehrsreiche Straßen 15—16 cm annimmt.

Die Herstellung des Holzbelags findet durch einen möglichst engen Anschluß der einzelnen Blöcke aneinander statt, damit sie fest stehen und keine Drehungen und Kantungen machen können. Eine Verdübelung wie bei Fig. 512 findet nicht mehr statt. Diese sechsseitigen Blöcke sollen ihrer regelmäßigen Herstellung und des leichteren Versetzens mit engen Fugen wegen in Petersburg mit einer Fallmaschine gebildet worden sein.

Der Holzbelag wird in einer Weise ausgeführt, wie das auf Seite 249 des ersten Bandes erwähnte Reihenpflaster aus regelmäßigen Pflastersteinen. Die Reihen erhalten eine kreisbogenförmige Wölbung, deren Pfeilhöhe $^1/_{60}$—$^1/_{70}$ der Straßenbreite beträgt. Daß die Reihen einen andern Winkel als einen rechten mit der Straßenachse bilden, kommt selten vor.

Von großer Wichtigkeit ist beim Holzpflaster die Größe der Fugen und deren Ausfüllung. Bei vielen älteren Pflasterungen machte man, wie beim Steinpflaster, weite Fugen, was eine baldige Zerstörung der Kanten der Holzblöcke durch die Pferdehufe und eine schräge Stellung der Blöcke zur Folge hatte. Während die Pferdehufe beim Steinpflaster nur in den Fugen einen Widerhalt haben, giebt diesen der weiche elastische Holzbelag auch mit engen Fugen, und würde ihn selbst ohne Fugen geben, wenn er ohne sie hergestellt werden könnte. Durch die angenommenen Fugen werden auch die räumlichen Zu- und Abnahmen der Blöcke beim Quillen und Schwinden derselben ausgeglichen. Die Fugenweite bewegt sich zwischen 2—10 mm, wobei die Fugen zwischen den Reihen am größten, und zwar 6, sehr häufig 10 mm weit sind.

Was nun das Füllmaterial der Fugen betrifft, so wurden schon verschiedene Stoffe versuchsweise dazu verwendet, und zwar Dachpappe, die kurz vor der Verwendung in siedenden Teer getaucht wird, wodurch sehr enge Fugen von 2—3 mm erzielt werden.

Ferner werden die Fugen mit feinem Kies ausgefüllt und mit flüssigem Teerasphalt, der in die Zwischenräume des Kieses sickert, ausgegossen. Dieses Füllmaterial verlangt Fugen von 6 mm Weite, sowie auch der schon zur Ausfüllung verwendete hydraulische Mörtel. Hingegen sind 10 mm weite Fugen erforderlich, wenn sie auf $^1/_3$—$^1/_4$ ihrer Höhe von unten herauf mit künstlichem Asphalt ausgegossen werden, während der Rest mit hydraulischem Mörtel ausgefüllt wird. Was die Vorzüge des einen Füllmaterials vor dem andern betrifft, lehrt die Erfahrung, daß bei sorgfältiger Arbeit jedes der erwähnten Füllmaterialien den an sie gestellten Anforderungen entspricht. Insbesondere ist darauf zu achten, daß die Fugen überall gleiche Weite erhalten und daß sie vollständig ausgefüllt werden.

Am dauerhaftesten ist unstreitig das Holzpflaster, wenn die Blöcke vor ihrer Verwendung imprägnirt worden sind, wozu Teer- und Kreosotöl verwendet wurde. In Berlin soll man mit Zinkchlorid und schwacher Karbolsäurelösung das Holz imprägnirt haben und sich davon einen guten Erfolg versprechen. Früher hat man sich damit begnügt, bloß die Oberfläche des fertig gestellten Pflasters mit heißem Teer zu tränken.

In England wird gleichzeitig mit dem Ausgießen der Fugen des fertigen Holzbelags derselbe auch mit einem dünnen Überzuge von künstlichem Asphlat oder hydraulischem Mörtel versehen und vor dem Trocknen dieses Überzuges eine 1,5—2 cm starke Schicht feinen Kieses darüber geworfen. Bringt man ein Holzpflaster im Innern von Gebäuden an, so unterläßt man des lange anhaltenden Geruches wegen die Teeranstriche.

Was endlich die Dauer des Holzpflasters betrifft, welche man bisher von 5—7 Jahren angenommen hat, so wird sie selbst bei vorzüglicher Ausführung dem Steinpflaster — unter gleichen Verhältnissen — doch nicht gleichkommen, weshalb das Holzpflaster wenigstens in Deutschland als Straßenbeleg bislang doch nur versuchsweise in Anwendung gekommen ist.

B. Verschalungen oder Vertäferungen.

§ 6.

Darunter wird im allgemeinen die Bekleidung gewisser Flächen mit Brettern zu verschiedenen Zwecken verstanden. Schon im ersten Bande, wo von der Anfertigung des Deckenputzes die Rede war, lernten wir eine Art dieser Verschalungen mit rauhen unbearbeiteten Brettern kennen. Ferner sind auf den Taf. 16 und 17 Deckenkonstruktionen abgebildet, welche ebenfalls zu den Vertäferungen gehören, sowie die soeben besprochenen Fußböden auch Bretterverschalungen sind. Wir haben es daher hier nur noch mit solchen Verschalungen zu thun, die, in meist lotrechter Stellung, zur Bekleidung von Wandflächen dienen.

Man unterscheidet ordinäre oder glatte Vertäferungen, die aus nebeneinander befestigten Brettern bestehen, und eingefaßte oder „gestemmte" Vertäferungen, die aus Rahmstücken und Füllungen zusammengesetzt sind.

Bei den ersteren werden die Bretter entweder nur gefugt oder gemessert, gefalzt, gespundet oder gefedert, je nachdem man einen größeren oder geringeren Grad von Dichtigkeit verlangt. Das Fugen gewährt in dieser Beziehung gar keine Sicherheit und ist daher wenig üblich. Das Messern ist nur bei horizontalen Vertäferungen, bei denen man das Durchfallen feiner Körper, Sand u. s. w. ver-

meiden will, üblich, und dann sind die schrägen Fugen natürlich von der Außenfläche der Vertäferung abwärts gerichtet. Bei Schieferbekleidungen pflegt man zuweilen die Bretterverschalung in den Fugen ebenfalls zu messern, damit die Schiefernägel nirgends nur eine Fuge treffen können. Das Falzen gewährt in der Regel den hinlänglichen Grad von Dichtigkeit, indem diese Verbindung das Durchdringen des Staubes und auch das Hindurchsehen verhindert. Will man einer solchen Verschalung ein geregeltes Ansehen verschaffen, so macht man alle Bretter gleich breit und zeigt die Fuge oder versieht die Kanten der Bretter mit einem beliebigen Profile. Gespundete Vertäferungen wendet man selten an, weil sie starke Bretter verlangen.

Sehr oft fugt man die Schalbretter nur und bewirkt sie größere Dichtung der Fugen dadurch, daß man 4—6 cm breite Leisten, die irgend ein zierliches Profil bekommen können, über dieselben nagelt. Hierbei ist nur zu bemerken, daß die Nägel zum Befestigen dieser Latten die erforderliche Länge haben müssen, um tief genug in die Bretter eingreifen zu können, und daß sie nur auf einer Seite der Latte angebracht werden dürfen, so daß alle auf derselben Seite der unter der Latte verborgenen Fuge sich befinden, weil sonst bei einem Schwinden oder Dehnen der Bretter die Latten auseinander gerissen werden können. Statt solche Latten anzuwenden, nagelt man auch wohl die „ungesäumten" (noch mit der Wahnkante versehenen) Bretter mit weiten Zwischenräumen auseinander und über diese andere Bretter, welche die ersten um 6—9 cm übergreifen. Der Übergriff muß aber so groß sein, daß die Kanten der unteren Bretter durch das Nageln der oberen nicht abspalten. Solche Schalungen nennt man gestülpte, und wenn man den äußeren Brettern ein zierliches Profil an den Kanten giebt, so läßt sich dadurch eine angemessene Verzierung hervorbringen.

Wenn Verschalungen auf massiven Mauern angebracht werden sollen, so muß man Sorge tragen, daß die zur Befestigung der Bretter nötigen hölzernen Dübel oder Riegel u. s. w. gleich mit eingemauert werden, und daß diese eine schwalbenschwanzförmige Gestalt erhalten, so daß sie gegen das Herausziehen gesichert sind. Die Gelegenheit zum Festnageln der Bretter sollte wenigstens in Entfernungen von 1 m vorhanden sein; und es trägt zum guten Aussehen bei, wenn man die doch immer sichtbaren Nägel nach einem Schnurschlage in gerader Linie anbringt.

Sind die Verschalungen zum Schutz gegen die Witterung am Äußern der Gebäude anzubringen, so müssen, wenn es irgend möglich ist, die Bretter in vertikaler Richtung befestigt und immer gehobelt werden, weil so das Wasser am leichtesten abläuft. Muß man aber aus irgend einem Grunde die Schalbretter horizontal anbringen, so müssen die oberen die unteren übergreifen, und diese müssen an ihrer Oberfläche abgeschrägt werden, damit jene nicht klaffen und dadurch nicht Gelegenheit zu Schneeeinwehungen geben.

Eine besondere Vertäferung bilden die sogenannten Fußlambris, die man an dem untern Teile der Wände gedielter Räume anbringt. Ihr Zweck ist, die Fuge zwischen Wand und Fußboden zu decken und zum Schutze der Wände zu dienen. Der Fuß der Wände ist nämlich der Beschädigung ausgesetzt beim Reinigen der Fußböden, insbesondere beim Waschen derselben; ferner können durch die Lehnen der Stühle, welche meist über die hintere Kante der Stuhlfüße vorstehen, Beschädigungen entstehen u. s. f.

Die einfachste Lambris heißt „Fußleiste" von 6 cm Höhe und 2—4 cm Dicke; hierauf folgt die Fußlambris von halber Dielenbreite 12—15 cm breit, Fig. 513 bis 514, welche entweder mit dem Putz bündig oder vor denselben ganz oder teilweise vortretend angebracht wird. Die Fußlambris Fig. 515 ist mit Sockelleiste und Deckleiste versehen und erhält gewöhnlich eine Höhe von 30 cm. Die bisher erwähnten Lambris nennt man auch „glatte" im Gegensatz zu den „gestemmten", Fig. 516—518. Die letzteren bestehen aus Rahmen oder Friesen und Füllungen, sind unten mit einer Sockelleiste und oben mit einer Deckleiste versehen; auch können Kehlstöße zwischen die Rahmen und Füllungen eingesetzt werden, Fig. 516, wenn man der Vertäferung mehr Relief geben will, oder wenn die Thüren mit solchen Kehlstößen versehen sein sollten. Solche Lambris erhalten durchschnittlich 0,45—0,60 m Höhe oder sie greifen bis unter das Simsbrett der Fenster, in welchem Falle sie „Brustlambris" genannt werden.

Bei Riegelwänden wird die Lambris am Fachwerke, bei Steinwänden hingegen an Dübeln befestigt, welche in die Mauerfugen eingetrieben werden; diesen sind jedoch eichene Klötzchen, „Lambrisklötzchen", von 6—9 cm Dicke, 9—12 cm Breite und 15—20 cm Länge vorzuziehen, welche mit Aufführung der Mauern eingemauert werden. Für Fußlambris hat man nur eine Reihe Klötze in Entfernungen von 1—1,5 m nötig, dagegen verlangen die gestemmten Lambris von 0,60—0,90 m Höhe zwei Reihen Lambrisklötze, welche namentlich an den Ecken nicht fehlen dürfen.

Die Höhe der Lambris ist in ästhetischer Beziehung abhängig von der Höhe der Wand, deren Fuß sie bildet, weshalb niedere Zimmer noch niedriger erscheinen, wenn man die Wände derselben mit hohen Lambris versieht und umgekehrt; es werden daher selten höhere Lambris angewendet, als die bisher angegebenen. In großen Zimmern zieht man indessen die Lambris oft mit in die Dekoration,

macht sie deshalb höher und giebt ihnen durch Gesimse u. s. w. ein reicheres Ansehen.

Schützen die Fußlambris schon gegen Kälte, so ist dies in noch höherem Grade der Fall, wenn man die Wände, namentlich Umfassungswände, vollständig mit Vertäferung versieht, wovon Taf. 84 in Fig. 1—3 einige Beispiele, nebst den Profilen in Fig. 4—8, zeigt. Die Konstruktion ist so übereinstimmend mit den im nächsten Kapitel zu besprechenden Thüren, daß wir, um Wiederholungen zu vermeiden, dorthin verweisen können.

Fig. 513.

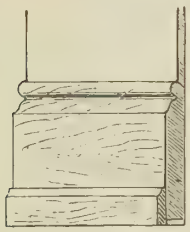


Fig. 514.

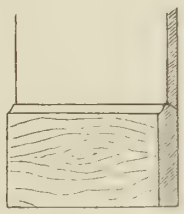


Fig. 515.

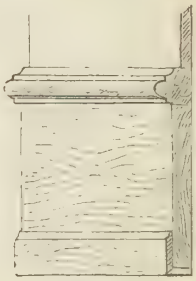


Fig. 516.

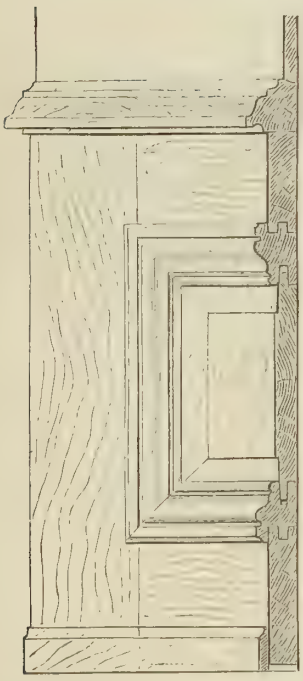


Fig. 517.

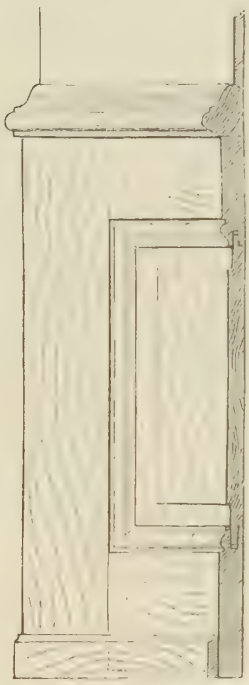
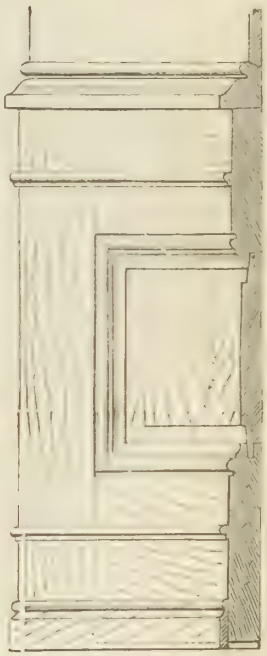


Fig. 518.



C. Dacheindeckungen.

§ 7.

Die hier zu besprechenden Dachdeckungen aus Brettern, Schindeln u. s. w., überhaupt aus Holz oder holzartigen Materialien bestehend, widersprechen geradezu einer der Hauptanforderungen, welche man an jede Dachbedeckung zu machen berechtigt ist, nämlich der Feuersicherheit, und aus diesem Grunde sollte man sie eigentlich gar nicht oder doch nur bei ganz isolirt stehenden Gebäuden anwenden. Einige davon, wie die Stroh- und Rohrdächer, haben aber wieder so manche unbestreitbare Vorteile, daß ihre Anwendung schwer ganz zu hintertreiben sein wird.

Die Eindeckungen steiler Dächer mit Brettern oder Schindeln stehen in Beziehung auf Feuersgefahr, Wasserdichtigkeit, Wärmeleitung und selbst in Beziehung auf den Kostenpunkt den Strohdächern nach, und nur in sehr holzreichen Gegenden können Holzdächer, gegenüber von Ziegeldächern, sich in Beziehung auf die Kosten vorteilhaft herausstellen; abgesehen davon, daß im hohen Norden oder in hohen, rauhen Gebirgen Ziegeldächer dem Frost, überhaupt den Einwirkungen des Wetters, nicht widerstehen. In Deutschland dürfte allein dieser letzte Punkt noch für ihre Anwendung sprechen, da die Holzpreise bei uns meistens so hoch stehen, daß der pekuniäre Vorteil überall verschwindet.

Die Stroh- und Rohrdächer haben nicht nur den Vorteil des geringeren Geldaufwandes für sich, sondern sie entsprechen in Beziehung auf Wasserdichtigkeit und Wärmeleitung den an sie zu stellenden Anforderungen so vollkommen, daß sie besonders der Landmann bei seinen Scheunen und Viehställen nur höchst widerstrebend mit den feuerpolizeilich vorgeschriebenen Ziegeldächern vertauscht. Er gewinnt das Material selbst ohne baare Geldauslagen, er besorgt die Reparatur, ja die ganze Anfertigung selbst; und das unbrauchbare Material alter Dächer liefert ihm noch einen schätzbaren Beitrag in seine Düngergrube, so daß es nicht zu verwundern ist, daß er ein großer Verehrer dieser Dächer bleibt, trotzdem er ihre Feuergefährlichkeit wohl einsieht. Und in der That haben die seit langer Zeit bestehenden feuerpolizeilichen Verbote diese Dächer auf dem Lande noch immer nicht beseitigen können. Man hat sich daher vielfach Mühe gegeben, die Strohdächer weniger feuergefährlich zu konstruiren und so die sogenannten Lehmstrohdächer oder Lehmschindelbedachungen erfunden, welche in der genannten Beziehung allerdings Vorteile gewähren, aber einerseits weit beschwerlicher auszuführen sind, die Gebäude weit stärker belasten und, was die Hauptsache ist, im ganzen wenig befriedigende Resultate in Hinsicht auf Dauer gezeigt haben, so daß ihre Verbreitung und Anwendung immer eine sehr beschränkte geblieben ist.

§ 8.

1) Bretterdächer.

Dieselben sind, in Deutschland wenigstens, nur bei interimistischen Gebäuden, Werkschuppen u. s. w. oder bei wandelbaren Buden gebräuchlich und im Allgemeinen wohl die schlechtesten aller Dächer.

Die Bretter werden entweder parallel zu den Sparren, also von der First zur Traufe reichend, oder parallel zu den ebengenannten Linien, mithin winkelrecht auf die Horizontalprojektion der Sparren gelegt. Im ersten Falle müssen die Fugen der nur nebeneinander liegenden Bretter entweder künstlich gedichtet oder durch andere Bretter oder Latten überdeckt werden, um sie wasserdicht zu machen. Im zweiten Falle überdecken sich die einzelnen Bretter selbst, d. h. jedes obere greift etwa 6—10 cm über das darunter liegende, denn eine Dichtung der horizontalen Fugen ist auf andere Weise schwierig herzustellen.

Beide Arten der Eindeckung gewähren indessen wenig Sicherheit, ein dichtes Dach zu erhalten; denn wenn auch die Fugen durch eine künstliche oder sorgfältige und daher immer kostbare Bearbeitung wasserdicht hergestellt werden können, so sind die Bretter selbst dem Werfen, Reißen, dem Ausfallen der Äste, dem Abspalten der Kanten u. s. w. so ausgesetzt, daß ihre Dichtigkeit hierdurch trotz der dichten Fugen wieder in Frage gestellt wird. Wenn man in dieser Beziehung einigermaßen sicher gehen will, so darf man nur astfreie, geradwüchsige, dauerhafte, also teure Bretter verwenden. Diese müssen aber ihrer Dauerhaftigkeit wegen mit einem Ölfarbanstrich versehen werden, welcher von Zeit zu Zeit erneuert werden muß, wodurch eine abermalige Verteuerung dieser Eindeckung eintritt.

Die Wasserdichtigkeit dieser Dächer ist um so geringer, je flacher sie sind, und in dieser Beziehung müßte man sie daher recht steil konstruiren, wenn dieser steilen Neigung nicht andere Bedenken entgegenstünden. Diese sind Feuergefährlichkeit und Wärmeleitung. Ein steiles Holzdach ist darum feuergefährlicher, als die in Tyrol und der Schweiz gebräuchlichen flachen Dächer, weil man auf ersterem nicht wie auf den letzteren gehen und stehen kann. Unter den flachen Dächern in den genannten Ländern hält man gefüllte Wassergefäße und sogenannte Löschwische bereit, um bei entstehendem Brande das Dach durch eine Aussteigthüre oder von einer Leiter aus sogleich besteigen und das Flugfeuer sofort löschen zu können. Dies ist bei steilen Dächern nicht möglich.

Auf den flachen Dächern bleibt ferner im Winter der Schnee liegen und bildet, vermöge seiner schlechten Wärmeleitungsfähigkeit, eine schützende Decke gegen die Kälte, wodurch wenigstens einer der Nachteile dieser Dächer, im Sommer die Hitze und im Winter die Kälte nicht abzuhalten, beseitigt wird. Außerdem schützt eine solche Schneedecke gerade im Winter, wo, namentlich auf dem Lande, erfahrungsmäßig die meisten Brände entstehen, vollkommen gegen das von außen kommende Feuer. Man sollte diese Dächer daher nie steiler machen, als dies in der Schweiz geschieht, d. h. etwa $^1/_5$ Dächer, wenigstens nicht über $^1/_4$ und nicht unter $^1/_6$.

Einen Vorteil haben diese Bedachungen, sie sind sehr leicht und bedürfen daher keiner starken Dachgerüste.

Die Konstruktion einer Bedachung, bei welcher die Bretter parallel zu den Sparren liegen, zeigt Fig. 1, Taf. 85, und zwar bei A im Durchschnitt parallel zur Firstlinie und bei B in einem solchen senkrecht auf die genannte Linie. Die Bretter bilden eine „gestülpte" Verschalung und liegen auf anderen Brettern, welche quer über den Sparren in Entfernungen von 1,20—1,50 m festgenagelt, an der First aber dicht an diese von beiden Seiten herangerückt sind. Die Sparren gewöhnlicher Stärke können hierbei 1,30 bis 1,50 m auseinander gerückt werden. Man sieht leicht, daß hier Pfettendächer ohne Dachsparren am vorteilhaftesten sind, weil man bei denselben die Bretter gleich auf den Pfetten befestigen kann. Die Eindeckung der First selbst zeigt Fig. 1 B. Sie wird durch ein paar Firstbretter be-

wirkt, von denen das auf der Wetterseite gelegene um ca. 10 cm über das andere hinausragt, auch wohl mit einer Nut versehen ist, in welche eine Feder des gegenüberliegenden Brettes eingreift.

Fig. 2, Taf. 85, zeigt bei A in einem Durchschnitte die Anordnung, bei welcher über die Fugen der gefugten Bretter abgefaste Latten genagelt sind. Bei B und C, wie neben diesen Latten Rinnen in die Bretter gestoßen sind, um dem Wasser das Eindringen unter die Decklatten zu erschweren, und bei D, wie diese Rinnen unter den Latten selbst angebracht sind, um dem bereits eingedrungenen Wasser einen Ablauf zu verschaffen. Bei E derselben Figur ist eine künstliche Anordnung dargestellt, bei welcher die gefugten Bretter in jeder Stoßfugenfläche eine halbkreisförmige Nut erhalten haben, die zusammengestoßen eine durchgehende Höhlung bilden. In diese bringt man Werg oder aufgedrehte Stricklitzen, die von der eindringenden Nässe aufquellen und dadurch die Fuge schließen, oder die man vorher mit Fett tränkt und dann in die Fugen preßt.

Die beste aber auch teuerste Bedachung dieser Art ist die mit Bohlen von 7—9 cm Stärke statt der Bretter. Die Fugenflächen dieser werden nach Fig. 2 bei F schräg gehobelt, so daß zwei dicht aneinander geschobene Bohlen eine Stoßfuge zeigen, die oben etwa 6 mm weit ist, unten aber möglichst dicht schließt. Diese Fugen werden mit aufgerieseltem alten Tauwerk u. s. w. und mittels eines stumpfen Stemmeisens fest ausgeschlagen, so daß die Fuge oben nur noch 6 mm tief hohl bleibt. Die Höhlung wird dann mit geschmolzenem Pech ausgegossen und noch vor dem Erstarren desselben mit einem 9 cm breiten Streifen Segeltuch oder anderer starker Leinwand bedeckt, welcher aufgenagelt und dann ebenfalls mit Pech überstrichen wird. Zuletzt erhält das ganze Dach einen Anstrich von Teer, in welchem etwas Pech geschmolzen ist, und wird dann mit Hammerschlag oder Sand eingesandet. Dieser Anstrich muß das erste Mal nach einem Jahre, sonst aber, je nach der mehr oder weniger sonnigen Lage des Daches, alle zwei bis drei Jahre erneuert werden.

Zum Aufnageln der Bretter und Leisten u. s. w. bedient man sich am vorteilhaftesten der rundköpfigen Nägel, weil diese das Eindringen des Wassers in die Nagellöcher am besten verhindern. Die Nägel sollten immer wenigstens noch 6—9 cm in die Sparren oder sonstigen, als Unterlage dienenden Hölzer dringen; und wenn man recht vorsichtig sein will, so umwickelt man die Nagelköpfe vor dem Einschlagen mit Werg und taucht die Nadelspitzen in Öl oder Teer.

Die zweite Befestigungsart der Bretter, nach welcher sie parallel zur Traufe liegen, wendet man hauptsächlich bei provisorischen Dächern an, und man hat nur darauf zu sehen, daß die sich überdeckenden Bretter nicht klaffen. Die Größe der Überdeckung steht im umgekehrten Verhältnis mit der Steilheit des Daches, doch darf sie unter 7—9 cm niemals betragen. Überhaupt wird man solche provisorische Dächer steiler anlegen als bleibende, weil dann die Bretter weniger durch das Wetter leiden und, da sie gemeiniglich nicht gehobelt werden, auch des Wasserablaufes wegen steiler liegen müssen. Um das Klaffen des zweiten Brettes von unten an gerechnet zu vermeiden, muß das untere oder Traufbrett eine Unterlage bekommen, wie dies Fig. 3, Taf. 85, im Querschnitt zeigt. Hat man nicht lauter gleich breite Bretter, so muß, will man das Klaffen der Überdeckung vermeiden, die Größe der letzteren nach der Bretterbreite bemessen werden, was sich übrigens beim Decken selbst sehr leicht von selbst ergiebt. Ein solches Dach bedarf einer durchlaufenden Sparrenstellung, und es sollten diese, des möglichen Durchbiegens der Bretter wegen, nicht über 1,2 m voneinander entfernt sein.

Für solche Dächer, die nur kurze Zeit dienen sollen, wie die von Buden u. s. w., ist die wohlfeilste Befestigung der Bretter mit eisernen S-Haken nach Fig. 4, Taf. 85, welche, auf das untere Brett aufgehängt, das darüber liegende tragen. Daß hierbei natürlich das unterste oder Traufbrett auf den Sparren gut festgenagelt werden muß, leuchtet ein. Gewöhnlich rechnet man auf eine Brettlänge von 4,5 m drei dieser Haken, die aus etwa 3 cm breitem, aber ganz dünnem (3 mm starkem) Bandeisen gefertigt werden. Durch ihre Anwendung erspart man Nägel, und die Bretter werden nicht durch das Nageln zu anderweitigem Gebrauche verdorben. Müssen die Bretter gestoßen werden, so geschieht dies immer mitten auf einem Sparren, und die Stoßfuge wird durch ein der Länge nach darüber genageltes Brett gedichtet; auch an den Borden pflegt man ein Brett, von der First bis zur Traufe reichend, aufzunageln, um den Angriffen des Windes entgegen zu wirken.

Eine Verbindung der Bretter durch Messern oder Spunden nach Fig. 5, Taf. 85, ist nicht anzuraten, und auch die letztere Verbindung nur bei starken Dielen ausführbar. Die gemesserten Bretter können auch nur als Schalung für ein anderes Deckmaterial, z. B. Schiefer, dienen; doch werden in einem solchen Falle die Bretter besser parallel zu den Sparren gelegt.

§ 9.

2) Schindeldächer.

Die hierher gehörigen Dachdeckungen sind, ähnlich wie die Ziegel- und Schieferdächer, aus einzelnen kleineren Holztafeln zusammengesetzt und haben, je nach der Form dieser Holztafeln oder auch je nach der Gegend, wo sie vorzugsweise angewendet werden, verschiedene Namen bekommen. Die Holztafeln sind immer aus größeren Blöcken nur gespalten

und oft nur ganz wenig nachgearbeitet. Ihre Größe ist sehr verschieden, so wechselt die Länge von 20—90 cm. Je kleiner die einzelnen Stücke der Bedachung sind, um so gefährlicher sind sie bei einem entstehenden Brande, obgleich in manchen Fällen die Wasserdichtigkeit des Daches mit der Kleinheit wächst, trotz der damit zunehmenden Anzahl der Fugen. So läßt sich z. B. mit kleinen Schindeln, „Dachspänen", wie sie auf dem Schwarzwalde gebräuchlich sind, eine Dachfläche so dicht wie mit Schiefer eindecken, was mit den weit größeren, sogenannten Landern, nicht der Fall ist. Diese kleinen Schindeln sind aber wegen ihrer Leichtigkeit bei einem brennenden Dache anderen Schindel- u. s. w. Dächern sehr gefährlich, weil sie brennend vom Winde weit fortgeführt werden können, was bei den schwereren Landern nicht der Fall ist.

Die Schindeldächer werden den Bretterdächern, als permanente Bedachung, überall vorgezogen.

Wir wollen nur die hauptsächlichsten der hierher gehörigen Bedachungen kennen lernen.

Im Harz und in der Gegend des Fichtelgebirges sind Schindeln im Gebrauch, wie Fig. 6, Taf. 85, einige darstellt. Sie sind im Querschnitt keilförmig gestaltet, so daß der Rücken etwa 3 cm breit wird und die Schindel an der gegenüberliegenden Seite zugeschärft erscheint. Die Länge beträgt 60—75 cm und die Breite 9—18 cm. Auf dem Rücken wird mit einem eigens gestalteten Messer eine 3 cm tiefe Nut in die Schindel gearbeitet, in welche die zugeschärfte Seite etwa 2 cm tief eingetrieben wird.

Diese Schindeln werden am Harz gewöhnlich auf eine Bretterschalung gelegt, in anderen Gegenden aber auf eine Lattung. Die Lattweite muß nach der Länge der Schindeln bemessen werden, so daß sich diese von oben nach unten um 18—25 cm überdecken. Auf die Lage der (eigentlich verspundeten) Stoßfugen kann in den übereinander liegenden Reihen keine Rücksicht genommen werden, weil die Schindeln nie von gleicher Breite sind. Wohl aber legt man die Schindeln in den Reihen so, daß die zugeschärften Kanten der Wetterseite zugekehrt sind, damit der Regen nicht vom Winde in die Stoßfugen getrieben wird. Jede Schindel wird da, wo sie auf der untern aufliegt, mit dieser durch einen eisernen Nagel auf die Latte oder die Schalung aufgenagelt, am obern Ende erhält aber etwa nur die fünfte oder sechste Schindel einen Nagel. Die Nägel sind etwa 6 cm lang und haben einen zweiflügeligen Kopf; in einigen Gegenden aber, z. B. auf dem Harze, sind sie etwa 9 cm lang und haben gar keinen Kopf. Sie werden alsdann nicht ganz eingetrieben, damit sich die Schindeln nicht davon abziehen können. Die Nägel mit Köpfen sind etwas teurer, aber jedenfalls besser.

Damit die Schindelreihen nicht klaffen, muß die Traufreihe eine Unterlage (Traufbrett) bekommen, und an der First läßt man die oberste Schindelreihe der Wetterseite etwa 12 cm vorstehen, gegen welche die Schindeln der gegenüberliegenden Dachfläche scharf gegengepaßt werden. Man kann aber auch die Verfirstung, wie bei den Bretterdächern beschrieben und in Fig. 1 B, Taf. 85, dargestellt wurde, anordnen, wenn man nicht eine Eindeckung dieses Dachteiles mit rückenförmig gebogenen Blechstreifen vorziehen will.

Die kleineren Schindeln oder Dachspäne sind etwa 24 cm lang, 12 cm breit und 12—15 mm dick, oft noch kleiner. Nach Rondelet sollen sie in Frankreich 36 bis 42 cm lang und 18 mm dick sein. Am untern Ende werden sie sehr häufig abgerundet, am obern aber etwas dünner bearbeitet, damit sie sich dichter aufeinander legen. Ihre Befestigung erhalten sie durch sogenannte Spannägel, denen aber vorgebohrt werden muß, damit die Späne nicht aufspalten. Sie werden immer auf eine Bretterschalung gelegt, welche bei flachen Dächern wohl aus gespundeten Brettern dargestellt wird. Von Eichenholz genommen, soll man die Dauer der Späne auf 30—50 Jahre annehmen können, aus Nadelholz auf 10—20 Jahre. Graffenried und Stürler schreiben in ihrem Werke*), daß die Schindeln der Schweizerhäuser oft so lange als die Gebäude selbst dauerten; man könne wenigstens oft an ganz alten Häusern keine Reparatur an ihnen wahrnehmen. Die Deckung geschieht nach Fig. 7, Taf. 85, nach Art der Biberschwanzziegeln, und jeder Span wird mit zwei Nägeln befestigt, während sich die einzelnen Reihen etwa auf die Hälfte ihrer Länge überdecken.

Die First- und Grateindeckung wird, wie vorhin beschrieben, gegen das Eindringen des Regens durch das Übertreten der Späne auf der Wetterseite geschützt, wobei aber an den Gräten die Späne schräg abgeschnitten werden müssen; indessen sind auch hier rückenförmig gestaltete und aufgenagelte Blechstreifen vorzuziehen. Die Kehle wird gewöhnlich mit Spänen eingedeckt, die nach oben zu breiter werden, wie dies Fig. 8, Taf. 85, zeigt. Hierbei muß aber das Wasser schräg über die Fugen laufen, wobei es leicht eindringt; es dürfte daher vorzuziehen sein, die gleich breiten Späne in der Richtung des größten Gefälles, d. h. parallel zu den Sparren zu legen, und die, welche an die Kehllinie stoßen, nach dieser schräg abzuschneiden. Es muß dann natürlich ein besonderes Kehlbrett oder besser eine blecherne Rinne untergelegt werden (vgl. Fig. 9, Taf. 85).

Mit diesen kleinen Schindeln oder Spänen werden häufig auch vertikale Wände, gegen die Wetterseite hin, bekleidet. Hierbei treten dieselben unterhalb gewöhnlich auf ein horizontal angebrachtes, durch Knaggen oder auf sonstige Art befestigtes Wetterbrett, wodurch die unterste Reihe

*) Architecture Suisse, au choix de maisons rustiques des Alpes du canton de Berne. Par Graffenried et Stürler.

der Schindeln die nötige Neigung erhält, so daß die folgende nicht klafft. Ist kein dergleichen Wetterbrett vorhanden, so muß unter die unterste Reihe Schindeln eine Latte oder dergleichen befestigt werden.

In einigen Gegenden Württembergs, so an der Grenze gegen Vorarlberg und auf dem Welzheimer Walde, sind eine besonders große Art Schindeln, Lander genannt, gebräuchlich, die 0,90—1,20 m lang, 15—18 cm breit, aus Tannenholz gespalten und auf folgende Art eingedeckt werden. Statt der geschnittenen Latten wendet man gespaltene, 9 bis 15 cm im Durchmesser starke Stangen an und nagelt diese in Entfernungen, gleich $^1/_3$ der Landerlänge, mit der ebenen Seite auf die Sparren mittels hölzerner Nägel auf. Mit eben solchen Nägeln werden die, übrigens im Verbande aufgelegten Lander befestigt, nicht aber auf jeder Latte, sondern nur etwa auf der dritten oder vierten werden die Nägel durch die Latten geschlagen, bei den übrigen greifen sie nur hinter die Latten und hindern so die Lander, herabzurutschen. Fig. 10, Taf. 85, zeigt diese Anordnung. Die in der Figur gezeichneten Lander sind $0{,}90$ m lang angenommen, und man bemerkt, daß sowohl die untere oder Traufreihe, als auch die oberste oder Firstreihe doppelt genommen sind, und bei letzterer wieder die oberen Lander auf der Wetterseite 18—24 cm vorstehen. Die Lander auf der übrigen Dachfläche überdecken sich so, daß sie überall dreifach liegen, wie die Figur dieses nachweist. Um diese Dächer gegen das Abheben durch Sturmwinde zu schützen, werden sie durch große Steine beschwert, die man möglichst flach wählt, damit sie fester liegen. Um sie in ihrer Lage noch mehr zu befestigen, werden sie, wie dies unsere Figur zeigt, durch starke Stangen gehalten, die entweder in diagonaler Richtung oder auch parallel zur Traufe liegen. Im letzten Falle werden sie an ihren Enden mit einem Zapfen durch die an den Borden angebrachten Windbretter gesteckt und diese wieder durch einen vorgeschlagenen Nagel gehalten.

Alle diese Dächer pflegen weit vorragende Traufen zu bilden und keine Dachrinnen zu haben; ebenso treten sie an den Giebeln weit vor. Es ist daher sehr anzuraten, diese vortretenden Teile von unten mit Brettern zu verschalen, damit der Wind die Schindeln nicht heben kann. Besonders an den Borden tritt diese Gefahr ein, und es werden deshalb hier auch fast immer Windbretter angebracht. Die Befestigung derselben läßt sich ähnlich bewirken, wie bei den Ziegelbedachungen (siehe Teil I, Taf. 87, Fig. 6). Da aber die Bretter hier oft breiter sein müssen als dort und immer über die Bedachung hinausreichen, so bedürfen sie einer stärkeren Befestigung, die bei den Landerdächern z. B. durch die hindurchgezapften Stangen, welche die Belastungssteine stützen, geschehen kann, sonst aber auch dadurch, daß man auf einzelnen Latten Winkeleisen befestigt, die aufwärts gebogene Lappen haben, an welche die Windbretter festgenagelt werden.

§ 10.

3) Stroh- und Rohrdächer.

Wie wir bereits erwähnt haben, sind diese Dächer wegen des schlechten Wärmeleitungsvermögens ihres Materiales für ländliche Gebäude sehr wertvoll. Für Keller und Eisgruben giebt es keine zweckmäßigere Bedachung. Damit die Dächer aber auch diese Vorteile gewähren, müssen sie etwa 30 cm dick eingedeckt werden bei einem Neigungswinkel der Dachflächen von nicht unter 45°. Den □ m Strohdach von 30 cm Dicke kann man zu 36 kg annehmen*), und auf den □ m Dachfläche von erwähnter Dicke sind etwa 5 Bund Stroh von $^1/_6$ cbm Inhalt erforderlich.

Dünn gesäetes Getreide giebt, der stärkeren Halme wegen, die besten Strohdächer und das Roggenstroh wird dem Weizenstroh vorgezogen, weil letzteres weniger holzig ist, bald welkt und sich zusammensetzt, sich dann leichter aus dem Verbande zieht und dadurch Gelegenheit zu Undichtigkeiten giebt. In Deutschland pflegt man das Stroh in seiner ganzen Länge, d. h. mit den Ähren zu verwenden. Die Ährenenden dauern aber weniger lange, weshalb der Gebrauch, diese Enden abzuhauen, zu empfehlen sein dürfte.

Die Dauer eines guten Strohdaches kann man zu 15 Jahren annehmen, und zwar so, daß sie während dieser Zeit gar keiner Reparatur bedürfen. Nach derselben setzt sich Moos an, und der Landmann freut sich, wenn auf seinen Dächern die Dachwurzel (sempervivum tectorum) sich zeigt, weil dies eine längere Dauer der ersteren verspricht; denn dies dichtere Moos schluckt wie ein Schwamm die Nässe ein und läßt sie langsam wieder vertrocknen, wobei die darunter liegenden „Strohschauben" trocken und wasserdicht bleiben.

Das Eindecken der Strohdächer geschieht nach der Beschreibung von Gilly**), auf dessen Handbuch wir verweisen, wo dieser Gegenstand ausführlich behandelt ist, wie folgt:

Die Latten zu diesen Dächern können geschnitten sein, oder wie bei den Landerdächern aus gespaltenen Stangen bestehen. Letztere sind aber nur dann vorteilhaft, wenn dergleichen Stangen in den Forsten im Überfluß vorhanden sind. Die Lattweite beträgt bei Strohdächern 30 cm, bei Rohrdächern 40 cm. Im allgemeinen soll man die Lattweite nach der Länge des Strohes bemessen, so daß jeder

*) Man kommt zu diesem Resultate, wenn man annimmt, daß 1 cbm fest zusammengepreßtes Stroh 120 kg wiegt.

**) Handbuch der Landbaukunst. 5. Aufl.

Halm dreimal an die Latten gebunden werden kann. Die erste Latte kommt an das Ende des Sparrens oder Aufschieblings und die nächste nur so weit davon entfernt, daß der Decker mit dem Arme durchgreifen kann, also etwa 12 cm. Die oberste Latte auf der Wetterseite des Daches wird mit dem Ende der Sparren gleich aufgenagelt, und von dieser ist die nächste Latte derselben Dachseite nur 16 cm entfernt. Auf der entgegengesetzten Seite aber bleibt die oberste Latte 12 cm von dem Sparrenende entfernt. Der Grund für diese Anordnung ergiebt sich aus dem Deckverfahren. Nachdem das Dach gelattet ist, werden die Windbretter an den Borden angebracht, welche immer 44 bis 60 cm über die Giebelfläche vorstehen müssen. Die Befestigung geschieht gewöhnlich durch hölzerne Knaggen, die an den äußersten Lattenenden, und etwa immer bei der vierten Latte, in vorgebohrte Löcher gesteckt, und an welchen die Windbretter festgenagelt werden (Fig. 2 und 3, Taf. 86, zeigen diese Befestigung). Da es, aus früher angeführten Gründen, sehr gut ist, auch die Unterfläche des vorspringenden Dachteils mit Brettern zu verschalen, so dürfte die von Wolfram vorgeschlagene und in Fig. 1, Taf. 86, gezeichnete Befestigungsart, die sich selbst erklärt, die zweckmäßigste sein. Das Windbrett muß übrigens so breit sein als die Dicke der Deckung. Am untern Ende der Sparren befestigt man noch mittels Knaggen provisorisch ein Brett winkelrecht auf die Sparren, so daß es etwa 18 cm vor den Balkenköpfen vorsteht. Es soll dazu dienen, die untersten Strohschauben dagegen zu stellen, und wird nach dem Decken wieder entfernt.

Die unterste Reihe Deckschauben oder Deckschöfe wird auch bei den Rohrdächern von Stroh genommen, weil die Schöfe nach Fig. 4, Taf. 86, etwa 48 cm vom Stammende entfernt, 12—15 cm tief mit einem Beile schräg verhauen werden müssen, damit die Halme der folgenden darauf zu legenden Stroh- und Rohrschöfe aufwärts nach der Dachfläche zurückgeschlagen werden können, ohne widrige und nachteilige Absätze zu bilden; denn die fertige Dachfläche muß ganz gerade und eben sein. Auch muß der untere Teil der Traufschöfe nach Fig. 5, Taf. 86, zurückgebogen und auf die erste Latte durchgesteckt werden, wodurch diese ersten Schöfe sich gewissermaßen auf die Latten aufstützen. Diese Manipulation kann man mit dem Rohre, seiner Zerbrechlichkeit wegen, nicht vornehmen; auch läßt sich das Rohr nicht so fest binden wie Stroh und wird daher leichter herausgezogen.

Das Decken geschieht auf dem sogenannten Deckbaume, welcher 4—6 m lang, oben am Dache vermittelst an jedem Ende des Baumes angebrachter Seile befestigt ist und heraufgezogen und herabgelassen werden kann. Auf diesem Baume steht der Arbeiter und benutzt ihn gleichsam als Gerüst. Es wird in einer Breite gleich der Länge des Baumes das Dach stückweise eingedeckt, und ein solches Stück nennt man einen Baumgang. Das Decken von der Leiter, was in Streifen von nur 1—1,2 m Breite geschehen kann, ist nicht so gut.

Nachdem 6—7 Traufschöfe, mit den Stammenden nach unten, nebeneinander gelegt worden, wird darauf eine 9—12 cm starke Lage aufgebundener Schöfe ausgebreitet und dann durch die sogenannten Bandstöcke befestigt. Die Bandstöcke werden etwa 4 cm stark und 1,5—2 m lang aus Nadelholz gespalten; denn junge Haselnuß- oder Birkenbäumchen hierzu zu nehmen, ist eine Holzverschwendung. In die Windbretter sind vorher, senkrecht über jeder Latte, Löcher gebohrt. Die untersten Bandstöcke werden nun mit dem einen Ende in das unterste Loch der Windbretter gesteckt, das Stroh mittels des sogenannten Deckknüppels tüchtig angedrängt und am Ende wie auch in der Mitte ein- bis zweimal oder alle 60—75 cm mit Bindeweiden an den Bandstock angebunden. Die hierauf folgenden Schöfe werden dergestalt aufgelegt, daß sie den Bandstock der ersten Schichte noch 21—24 cm lang bedecken, und werden in eben der Art wie die ersten, mittels der Dachstöcke und deren Befestigung durch Weiden, in Entfernungen von 30—36 cm an die Latten gebunden. Die Bänder müssen in verschiedenen Höhen Verband halten, d. h. schachbrettartig angebracht werden, und man hat darauf zu sehen, daß die Bandstöcke sich senkrecht zur Dachfläche über den Latten befinden. Bevor der Decker die Dachfläche über einer jeden Schicht bindet, schlägt er die Halme mit dem sogenannten Deckbrette in einer schrägen Lage dergestalt heraufwärts, daß nicht nur die Dachstöcke der unteren Lage gehörig mit Stroh bedeckt werden, sondern daß auch das Dach überall eine gleiche Dicke und eine ebene Fläche erhält. Das Deckbrett ist etwa 60 cm lang, 19 cm breit und 3 cm stark, mit einem Handgriff versehen und auf einer Seite sägenförmig gereifelt, um die Stroh- und Rohrhalme besser zu fassen; auch hat es auf einer schmalen Seite eiserne Zähne, um das Stroh damit gerade zu kämmen.

Bei den Stroh- und Rohrdächern ist die Sicherung derselben oben am First oder die „Verfirstung" von der größten Wichtigkeit, und nicht bloß des Einregnens wegen, sondern hauptsächlich deshalb, weil dieser Teil des Daches leicht durch Sturmwinde beschädigt werden kann. Zunächst ist zu bemerken, daß auch zur Verfirstung der Rohrdächer die obersten oder „Firstschöfe" von Stroh genommen werden, weil ein Teil des mit den Stammenden über den First hinausgelegten Strohes der zuerst gedeckten Seite um die Spitze des Daches nach Fig. 6, Taf. 86, herumgebogen und unter die, nach der früheren Bemerkung (auf der zuletzt zu deckenden Wetterseite) etwas herunterwärts angeschlagene Latte untergesteckt werden muß. Das Rohr würde hierbei aber leicht brechen.

Die Verfirstung selbst geschieht auf verschiedene Weise. Die mit sogenannten Windklötzen, die bloß als Beschwerungsmaterial aufgehangen werden, ist die schlechteste, und wir übergehen dieselbe daher. Eine andere Art besteht darin, daß auf den beiden letzten Latten, wenn das Untergebinde der Schöfe mit den Stammenden aufwärts gelegt worden, die sichtbar bleibenden zwei Reihen Dachstöcke auf jeder Dachseite, 30 cm auseinander mit Weiden aufgebunden, beim Zudrehen der Knoten derselben aber so viel Stroh mit zu Hilfe genommen wird, daß die Weiden mittels eines Knotens von Stroh vor der baldigen Fäulnis gesichert werden.

Noch eine andere, bessere, aber etwas umständlichere und mühsamere Verfirstung erhält man auf folgende Art. Es werden nämlich, wenn die First in vorbeschriebener Art der Länge nach mit zwei Reihen Dachstöcken befestigt ist, jedoch ehe der Decker die Firstlatten mit Stroh belegt, auf jeden Sparren, nach Fig. 6, Taf. 86, bei den zwei letzten Latten hölzerne, 60 cm lange Nägel mit einem Schlägel fest eingeschlagen, und zwar auf 9—12 cm tief in die in die Sparren vorgebohrten Löcher; ist dies geschehen, so fertigt der Decker die First mit den Dachstöcken. Er legt nämlich ein Paar Latten auf das Stroh und bemerkt an denselben die Stellen, wo die eben erwähnten Nägel hintreffen, und bohrt an diesen Löcher durch die Latten, um sie auf die Nägel aufschieben zu können. Diese werden dann fest auf das Stroh niedergeschlagen und die Nägel oben verkeilt. Unter diesen Latten, die man auch, wenn man die etwas größeren Kosten nicht scheut, mit etwa 45 cm langen eisernen Nägeln bequemer befestigen kann, sammelt sich indessen doch auch Feuchtigkeit und verursacht ein Verfaulen des Strohes, deshalb ist wohl die beste Art der Verfirstung die, auch diese Latten fortzulassen, und nach Fig. 7 und 8, Taf. 86, auf die gerade übereinander angeordneten Bänder der beiden sichtbar bleibenden Bandstöcke, Strohbänder oder sogenannte „Strohpuppen", welche mit vier Bindeweiden tüchtig zusammengebunden sind, querüber ebenfalls gut durch Bindeweiden zu befestigen.

Endlich kann man die First auch durch 4—5 Reihen Ziegel bilden und mit Hohlsteinen aufdecken, doch ist eine solche Verfirstung kostspielig und wird wohl öfter nur des guten Ansehens wegen angewendet.

Man kann die Strohdächer auch ohne Dachstöcke eindecken, wenn man auf folgende Weise verfährt.

Man bindet Strohbunde von etwa 24 cm Durchmesser wie die gewöhnlichen Deckschöfe locker zusammen, jedoch muß der Knoten des Strohbandes fest sein. Hierauf teilt man den Schof in zwei gleiche Teile und dreht die eine Hälfte einmal ganz herum, so daß wieder die Stammenden beider Hälften nebeneinander liegen, wie Fig. 15, Taf. 86, einen so behandelten Schof darstellt. Ist auf diese Art die erforderliche Anzahl Dachschöfe angefertigt, so wird das Dach wie gewöhnlich gelattet; nur ist zu bemerken, daß die Kanten der Latten mit dem Schnitzmesser etwas gebrochen werden müssen, weil man die Schöfe mit Strohbändern festbindet und diese bei den abgerundeten Latten fester angezogen werden können, ohne zu zerreißen. Mit dem Decken beginnt man wie gewöhnlich an der Traufe, und zwar wird von den Traufschöfen die eine Hälfte an dem Ährenende etwas ab- und gerade gehauen. Die also abgestutzte Hälfte der Schöfe wird unter die vorgeschlagene Diele (welche aber auch fortbleiben kann) und unter die erste Latte, wie in Fig. 14, Taf. 86, zu sehen, gesteckt, wodurch die Traufschöfe ihre Haltung unterhalb bekommen. Diese untersten Schöfe werden mit dem Stammende nach unten gelegt; bei den folgenden aber das Stammende der First zu. Die übrigen Deckschöfe bleiben unverhauen und die Befestigung derselben geschieht auf folgende Weise.

Man nimmt von den beiden, durch das erwähnte Strohband aneinander befestigten Hälften der Schöfe, Fig. 15, Taf. 86, sowohl von den Stammenden als von den Ährenenden soviel Halme Stroh, als man zusammen mit einer Hand umspannen kann, und dreht davon ein Tau oder einen Strang. Steckt man nun dieses Tau zwischen den beiden vereinigten Schöfen hindurch, zieht dasselbe um die Latte und holt es wieder auf die Dachfläche herauf, so ist hierdurch die Befestigung beider Schofhälften geschehen; und indem man wieder zwei Schofhälften angelegt hat, verfährt man auf dieselbe Weise weiter mit demselben Strohtau, welches immer wieder an die folgenden Schöfe angedreht oder angesponnen wird, bis zu Ende des Daches.

Diese Befestigung der Schöfe mit dem Strohtau ist die Hauptsache, und es muß auf dieselbe alle Sorgfalt verwendet werden. Die unmittelbar über den Traufschöfen mit ihren Ährenenden abwärts gerichteten Schöfe werden nach der Trauflinie gerade gehauen.

Besonders gut muß die First befestigt werden, und es geschieht dies ebenfalls durch ein Strohtau, welches sehr oft durchgesteckt, um die Latte gezogen, und so wieder außerhalb des Daches verschürzt wird. Dies ist das einzige sichtbare Strohband auf jener Dachseite.

Diese Art der Eindeckung ist die beste, nur erfordert sie guten Willen der Arbeiter, damit die Strohtaue, die alles halten, gut und fest gedreht und gesponnen werden.

§ 11.

4) Lehmschindel- oder Lehmstrohdächer.

Lehmschindeldächer sind solche, bei denen man das Stroh, ehe man dasselbe aufdeckt, dergestalt zubereitet und mit Lehm überstreicht, daß eine Art von Tafeln daraus entsteht, die auf dem Dache neben- und übereinander ge-

legt werden. Dergleichen Dächer, die unstreitig den Vorteil geringerer Feuergefährlichkeit für sich haben, werden auf verschiedene Weise angefertigt.

Bei der einen Art wird das Stroh in der Dicke, welche das Dach haben soll, auf einer Seite mit Lehm bestrichen und diese Seite nach innen oder auf die Latten gelegt. Nach der andern Art wird dünn ausgebreitetes Stroh auf beiden Seiten mit Lehm bestrichen, und diese so gebildeten Tafeln werden dann auf das Dach gelegt. Auf die äußere, ebenfalls schon mit Lehm bestrichene Seite wird nochmals Lehm aufgetragen, und in diesen noch weichen Lehm werden sodann in Bündel zugeschnittene Strohhalme eingesteckt, welche die Dachfläche oben bedecken.

Um Dächer der ersten Art anzufertigen, machen sich die Arbeiter einen Tisch, Fig. 9 und 10, Taf. 86. Auf dem Tischblatte, dessen Füße übrigens nur in den Boden eingegrabene Pfähle bilden, wird eine Querleiste, etwa 18 cm hoch, angeschlagen, und zwar in einer nach der Länge des Strohes bemessenen Entfernung von der vorderen Kante. Zu beiden Seiten werden schräge Bretter als Seitenstücke mit 75—90 cm lichter Entfernung voneinander befestigt. Diese Seitenbretter dürfen etwa nur $^3/_4$ der Tischlänge von der Querleiste an haben, weil sie sonst die Arbeiter bei dem Umschlagen des Strohes hindern würden.

Ist der Tisch fertig, so breitet man auf demselben eine etwas zusammengedrückte, 9 cm hohe Lage Stroh dergestalt aus, daß die Stammenden an die Querleiste stoßen, die Ährenenden aber vorn um $^1/_4$ der Strohlänge über den Tisch hervorragen. Hierauf bringt man vorher aufgeweichten, am besten geschlemmten Lehm auf und streicht ihn mit einer Kelle u. s. w. so auseinander, daß das Stroh etwa 3 cm hoch damit bedeckt ist und die Lehmlage den Raum abcd, Fig. 10, Taf. 86, einnimmt.

Ist die Breite der Lehmschindel auf 75 cm festgesetzt, so müssen vor ihrer Anfertigung noch Stöcke, 1 m lang und 3 cm stark, von gespaltenem Nadelholze oder von geraden Haselstöcken vorrätig angeschafft werden. Von diesen Stöcken nimmt der Arbeiter einen, gh Fig. 10, legt ihn an den Enden der Leisten quer über das Stroh, bewindet denselben an beiden Seiten nach Fig. 11 mit etwas von dem über den Tisch herabhängenden Stroh, ungefähr 1,5 cm dick, und verstreicht sodann die übrig bleibenden Strohhalme dieses Umschlages mit Lehm.

Beide zu dieser Arbeit überhaupt erforderlichen Arbeiter fassen nun mit einem zweiten Stocke unter die herabhängenden Ährenenden des Strohes und schlagen dieselben über den zuerst gelegten Stock fest über, wie aus Fig. 12 zu ersehen, und streichen noch 3 cm dick Lehm über das übergeschlagene Stroh, damit es nicht zurückspringt. Die auf diese Art gefertigte Schindel hat die Gestalt Fig. 13. Zum Abheben der Schindeln von dem Tische bedienen sich die Arbeiter des zweiten Stockes, indem sie ihn unter dieselbe schieben und dann die Schindel mittels beider Stöcke forttragen und auf etwas untergebreitetes Stroh auf den Boden zum Trocknen niederlegen. Man legt die Schindeln in Haufen von 15 Stück übereinander und bedeckt die oberste etwas mit Stroh, um das zu schnelle Trocknen des Lehms zu verhüten.

Außer diesen Schindeln müssen noch andere gefertigt werden, bei denen aber das Stammende der Strohhalme nicht wie bei den eben beschriebenen gerade gehauen oder zugestutzt werden darf, sondern ganz unregelmäßig und rauh bleiben muß, wie Fig. 12 zeigt. Von diesen werden wieder einige, nach Fig. 7, Taf. 87, ganz mit Lehm bestrichen, und nur einige andere, wie die erstgedachten, etwa bis zur Hälfte mit diesem Material versehen, wie Fig. 12, Taf. 86. Erstere werden auf die zweite und letztere auf die dritte Latte, von unten an gerechnet, gebracht.

Damit das vom oberen Teile des Daches herabfließende Wasser sich nicht durch die untersten Reihen der Lehmschindeln hindurchziehen kann, werden auf jede Schindel der untersten Reihe noch besondere Strohpuppen gelegt. Dies sind 90 cm lange, am untern oder Stammende 18 bis 21 cm im Durchmesser haltende Strohbündel, von denen immer zwei, etwas näher nach den Stammenden hin, mit einem Strohbande gebunden und so lange entgegengesetzt gedreht werden, bis sie, nach Fig. 5, Taf. 87, bei a dicht nebeneinander liegen. In beide Strohpuppen werden dann noch mit einem Beile zwei Abstufungen oder Kerben eingehauen, wie dies aus Fig. 8 zu ersehen ist. Dies geschieht, damit das darauf zu legende Stroh, dessen Zweck später bei der Deckung näher erläutert werden wird, sich nicht so leicht herunterziehen kann. Ist die Breite der Lehmschindeln zu 90 cm festgesetzt, so nimmt man am besten 5 dergleichen Strohpuppen auf eine Schindel und legt die einzelne davon in die Mitte.

Sind die Schindeln ziemlich trocken, so kann zum Decken selbst geschritten werden.

Nachdem die von Mitte zu Mitte etwa 1,3 m voneinander entfernten Sparren wie zu einem Strohdache mit geschnittenen oder gespaltenen Latten, 33 cm weit belattet sind und unten auf die Sparren oder Aufschieblinge eine Diele op, Fig. 2, Taf. 87, aufgenagelt ist, welche etwa $^1/_3$ ihrer Breite über den Balkenkopf oder Gesimsbrett vorstehen muß, wird zuerst die Traufe hergestellt.

Die Stroh- und Rohrdächer werden gewöhnlich an den Borden mit Windbrettern bekleidet, bei den Lehmschindeldächern geschieht dies aber mit kleinen Strohpuppen. Diese sind etwa 90 cm lang, 12 cm am untern oder Stammende dick und, wie bei den eben beschriebenen großen Strohpuppen, mit einem Strohbande gebunden.

Vorausgesetzt, daß die Latten 10—12 cm über die

Giebelsparren hinausragen, so werden dieselben mit drei Hasel- oder Weidenstöcken nach Fig. 1, Taf. 87, bei z wechselsweise beflochten; alsdann nimmt man zuerst eine von den vorhin beschriebenen großen Strohpuppen, legt diese mit der äußersten Kante o des Brettes op, Fig. 2, gleich und bindet dieselbe unter dem Strohbande mit einer Bindeweide fest. Über diese werden nun die kleinen Strohpuppen nach und nach aufeinander gelegt und ebenfalls unter dem Strohbande mit einer Weidenrute angebunden, so daß immer zwischen zwei Latten drei kleine Strohpuppen zu liegen kommen, wie solches in Fig. 1 zu sehen ist.

Wenn dies Verfahren bis an die First fortgesetzt ist, so wird die äußere Seite längs der Strohpuppen gut mit Lehm verstrichen und dann zur Auflegung der Lehmschindeln selbst geschritten.

Es wird nämlich eine von der beschriebenen zweiten Sorte ganz mit Lehm bestrichener Schindeln, Fig. 6, auf die zweite Latte von unten gelegt, so daß die mit Lehm bestrichene Seite, welche bei der Bereitung die obere war, jetzt die untere wird, gut an die Giebelverkleidung angeschoben und mit Weidenruten vv, Fig. 1, an jedem Ende der Schindel x an die Latte festgebunden. Alsdann wird die äußere Seite vollkommen 3 cm stark mit Lehm bestrichen, und hierauf werden die großen abgeschrägten Strohpuppen mit der äußern Kante o des Brettes po gleich aufgelegt und 3 cm hoch mit Lehm bestrichen. Hierauf nimmt man gerades langes Stroh, soviel als man mit einer Hand fassen kann, dreht solches ein paarmal um, biegt es an den Halmenden ungefähr $^1/_4$ der ganzen Länge zusammen, wie Fig. 9 zeigt, und legt mehrere dergleichen Bündel der Länge nach auf die Strohpuppen in die Gegend, wo die erste Abstufung in dieselben eingehauen ist, nebeneinander. Dieses Stroh wird ebenfalls, und zwar etwas über die Hälfte, mit Lehm bestrichen, und nun wird erst auf die dritte Latte die zweite Schindel von der zweiten Gattung, Fig. 12, Taf. 86, deren eine Seite nur bis zur Hälfte mit Lehm bestrichen, und zwar diese Seite oben aufgelegt und mit Weiden an den Enden an die Latte angebunden. Die Enden dieser Schindeln werden auch mit Lehm verstrichen, mit dem Streichholze gut abgeglichen und die von dem ausgebreiteten Stroh herabhängenden Halme hh, Fig. 1, Taf. 87, auf einem untergehaltenen Beile mittels eines abgerundeten Knüppels ab- und gerade gehauen.

Die weitere Deckung bis zur First ist nun ganz einfach; man legt eine von den zuerst beschriebenen Schindeln auf die vierte Latte und bindet dieselbe mit zwei Weidenruten fest. Eine solche Reihe Schindeln, von der Traufe bis zur First reichend, heißt ein Gang.

Wenn der zweite Gang aufgelegt wird, so müssen die Schindeln an der Seite so scharf zusammengezogen werden, daß sie sich etwas überdecken. Sobald nun das Dach auf einer Seite völlig eingedeckt und auf der andern Seite ein Gang fertig ist, so wird wegen größerer Bequemlichkeit die Deckung der First sogleich teilweise vorgenommen und dabei auf folgende Weise verfahren.

Zuerst werden Strohpuppen, Fig. 10, Taf. 87, deren Halmenden (um sie von gleicher Dicke zu bekommen) umgeschlagen und bei c und d mit Bändern gebunden werden, angefertigt. Diese werden auf einer Seite mit Lehm bestrichen und mit der bestrichenen Seite der Länge nach in die Öffnung l, Fig. 2, welche die letzten Reihen der Lehmschindeln von beiden Seiten des Daches offen gelassen haben, gelegt. Alsdann werden diese eingelegten Strohpuppen auf ihrer oberen Seite und die ihr auf beiden Dachseiten zunächst liegenden Lehmschindeln beinahe bis zur Hälfte mit Lehm bestrichen, und auf letztere werden so viele von den kleinen, früher beschriebenen Strohpuppen mit kleinen Holzpflöcken, welche etwa 27—30 cm lang sind, nebeneinander befestigt, als die Breite einer Schindel einnimmt. Jedoch müssen diese Strohpuppen nur so weit herab befestigt werden, daß die Hälfte der Länge derselben auf die andere Seite des Daches umgeschlagen und mit Lehm verstrichen werden kann. Auf der entgegengesetzten Dachseite verfährt man ebenso und legt darauf zuletzt noch eine 3—5 cm hohe Schicht Lehm.

Die hier zu beschreibenden Lehmschindeln sollen, nach Gilly, in der Gegend von Marienwerder und Danzig, aber nur in einem kleinen Umkreise, bekannt sein.

Zur Anfertigung dieser Lehmschindeln wird wieder ein Tisch wie bei der erstbeschriebenen Art angefertigt. Zwischen den Leisten desselben wird Stroh ausgearbeitet, so daß die Wurzelenden an der hinteren Querleiste anstoßen und die Ährenenden vorn herabhängen, das Stroh aber 3 cm hoch liegt. Dieses Stroh muß dann überall mit gut zubereitetem Lehm bestrichen werden. Bei diesem Bestreichen gebraucht man die Finger wie einen Kamm, so daß der Lehm zwischen die Halme hineingetrieben wird und diese zusammenklebt. Demnächst wird mit einem angenäßten Streichbrette die obere Seite glatt gestrichen und die über den Tisch hängenden Ährenenden des Strohes über einen dünnen runden Stock herumgeschlagen und auf der obern Seite der Schindel fest und bis an den eingelegten Stock mit Lehm bestrichen. Der Stock ist etwas länger als die 66 cm breite und 1,2 m lange Schindel. Er ist zugleich die Handhabe, mit welcher die Schindel bewegt wird. Diese jetzt obere Seite der Schindel wird mit Sand oder Spreu bestreut und darauf die Schindel heruntergezogen, umgedreht und wieder auf den Tisch gelegt, so daß der Stock an die hintere Querleiste zu liegen kommt. Damit derselbe bis auf die Tischplatte niedergelegt werden kann, müssen die Seitenleisten um etwa 3—5 cm von der hintern Querleiste

entfernt bleiben. Hierauf wird die jetzt oben liegende Seite der Schindel tüchtig mit Lehm bestrichen, mit dem Brett geglättet, Sand darauf gestreut und die Schindel als fertig vom Tische genommen.

Der zum Aufbewahren und Trocknen der Schindeln bestimmte Platz muß gehörig geebnet und womöglich schattig gelegen sein.

Die Schindel ist nach dem Trocknen etwas über 3 cm dick. Sind die Schindeln beinahe trocken, so können sie 3,6 cm hoch über einander gestapelt und in einem Schuppen oder in einer Scheune aufbewahrt werden. Um die Schindeln zum Decken zu verwenden, brauchen sie übrigens nicht ganz trocken zu sein.

Die Deckung mit diesen Schindeln geschieht auf folgende Weise. Nachdem das Dach 33—39 cm weit mit gewöhnlichen Latten gelattet, da aber, wo die Schindeln genagelt werden, zwei Latten gegen einander oder besser eine stärkere Latte befestigt worden, werden die Schindeln aufgezogen. Dies geschieht mit einem Stricke, den man an den beiden Enden des Stockes der Schindel befestigt und letztere auf einem gegen das Gesimsbrett gelehnten Brette gleiten läßt. Die Befestigung geschieht durch zwei hölzerne Nägel, welche vor dem Stocke durch die Schindel in die Latten geschlagen werden. Gleich über die erste Schindel wird die zweite dergestalt gelegt, daß sie mit dem untern Ende nur um etwas über den Stock reicht, wie in den Profilen Fig. 3 und 4, Taf. 87, zu sehen ist; sie wird wie die erste befestigt, und man fährt auf diese Weise fort, bis der First erreicht ist. Es ist noch zu bemerken, daß man die vorstehenden Enden der Stöcke an den Schindeln abschneidet, ehe man sie festnagelt. Ist nun eine Reihe Schindeln oder besser in der Breite eines „Baumganges" von der Traufe bis zum First herauf gedeckt, wobei der Deckbaum ganz so angelegt wird, wie bei einem gewöhnlichen Strohdache, so bringt man etwas dünn präparirten Lehm, etwa auf 54 cm von der Traufe herauf, in einer Stärke von 3 cm als eine auf die Schindeln gestrichene Lage an und legt auf diese Lehmlage Strohpuppen, eine neben die andere. Letztere sind mit einem Strohbande oder mit einer Bindeweide zusammengebundene Strohbündel von 48—54 cm Länge und 19—24 cm Dicke, an beiden Enden gerade gehauen. Die zuerst an der Traufe gelegten Strohpuppen e e, Fig. 5, Taf. 87, werden oberhalb an der untern Seite schräg abgehauen, wie dies Fig. 3 bei a zeigt, und unaufgebunden nebeneinander gelegt. Die darüber liegenden Strohpuppen werden nicht schräg gehauen, dagegen werden aber ihre Bänder aufgelöst.

Auf die Lage der ersten Strohpuppenreihen kommt alles an, nämlich daß sie unterwärts so verhauen werden, daß sie nicht zu steil gegen den Abhang der Dachfläche zu liegen kommen, denn die Lage der folgenden richtet sich nach diesen ersten.

Über diese Strohpuppen wird über ihrem Bande in h h, Fig. 5, eine geschnittene Latte gelegt, teils um die Strohbündel von oben herunter zu drücken, teils um für die weitere Anlage die Richtung zu bezeichnen; sie wird durch einige vorgesteckte hölzerne Pflöcke gegen das Gleiten gesichert. Auf die Spitze der Bündel, über der Latte, wird nun Lehm gestrichen und dann die eben erwähnte Latte wieder fortgenommen und zu den folgenden Lagen ebenfalls verwendet, weil sie die Strohbündel nur so lange niederdrücken soll, bis die Bänder gelöst sind. Nun folgt die zweite Lage Strohpuppen, die unverhauen bleiben; man legt sie dicht nebeneinander und so weit herunter, daß sie die Latte noch etwas überdecken, und ist die ganze Breite des Baumganges belegt, so kommt die Latte wieder obenauf zu liegen. Hierauf werden die Bänder der Strohpuppen gelöst und das obere Stroh derselben mit dem schon bei den Strohdächern beschriebenen Deckbrette zurückgeschlagen, so daß die Spitzen desselben gegen das Dach zu in den Lehm getrieben werden. Die letzte Strohpuppe an der Leiter, auf welcher der Deckbaum an einem Ende liegt, behält ihr Band, und dies wird erst mit den später daneben gelegten Puppen gelöst, damit kein Absatz im Dache entsteht und sich alles recht gleichmäßig mit einander verbindet.

Wenn so eine Seite des Daches fertig geworden ist, so wird die andere ganz auf dieselbe Art angefertigt, nur muß bei jeder Reihe von Schindeln oder Baumgängen auch die First auf der entgegengesetzten Dachseite gleich mit gefertigt werden.

Es wird nämlich auf die oben über den First herüber gebogenen Schindeln, Fig. 3, Taf. 87, bei b, ein von Stroh zusammengebundener Wulst gelegt, mit Lehm bestrichen und so die sattelförmige Gestalt der First hergestellt, darüber drückt man langes Stroh in den weichen Lehm und verstreicht auch dieses recht gleichmäßig mit Lehm.

Das in den Lehm eingestoßene Stroh trocknet bei warmem Wetter bald fest mit demselben zusammen, so daß die äußere Strohbedeckung nicht vom Sturme fortgeführt werden kann; und daß dann ein solches Dach gegen Feuer von innen und außen einen weit größern Widerstand leisten wird, als ein Stroh- oder Holzdach, ist leicht einzusehen und auch durch die Erfahrung erprobt. Schwerer ist es allerdings als ein Strohdach, indem der □ m ca. 120 kg wiegt, und erfordert daher ein etwas stärkeres Dachgerüst, allein dieser Nachteil wird durch die größere Feuersicherheit mehr als aufgewogen.

Zehntes Kapitel.

Die Thüren und Fenster.

Die Öffnungen der Thüren und Fenster, nebst ihren Einfassungen oder Umrahmungen, wie solche in Mauern und Wänden vorkommen, wurden im ersten Bande besprochen, während hier die Konstruktionen der Thüren und Fenster selbst zu erklären sind. Was die zur Bewegung und zum Verschluß derselben dienenden Metallkonstruktionen betrifft, so müssen diese des Zusammenhanges wegen zugleich hier abgehandelt werden, was auch für die Verglasung der Fenster gilt.

A. Die Thüren.

§ 1.

Allgemeines.

Der Zweck jeder Thür ist, je nach Erfordernis den Schluß der Thüröffnung zu bewirken, oder ebenso leicht den Durchgang durch dieselbe zu gestatten. Von der Größe der Sicherheit des Verschlusses hängt die Stärke der Thüren, mithin ihre Konstruktion ab; doch wird diese Sicherheit auch zum großen Teil durch die Beschlagteile bedingt. Je mehr Sicherheit eine Thür gewährt vermöge ihrer Stärke, um so mehr wird sie auch wieder an Gewicht zunehmen und dadurch die leichte Bewegung derselben erschweren; es stehen somit die beiden wesentlichsten Anforderungen an eine Thüre, nämlich solider Verschluß bei leichter Beweglichkeit, in umgekehrtem Verhältnis zu einander.

Bezüglich der Größe der Thüren hängt diese von der Größe der Gegenstände, welche durch dieselbe gelangen sollen, oder vom Gebrauche derselben, hauptsächlich ab. Außerdem haben ästhetische Anforderungen keinen unwesentlichen Einfluß auf die Größebestimmung und insbesondere auf das Verhältnis der Thüren. Die Art der Zusammensetzung bleibt sich in der Regel gleich, ob die Thür groß oder klein ist, und nur große Thore, durch welche gefahren werden soll, können eine besondere Konstruktionsart bedingen, was wir an geeignetem Ort erwähnen werden.

Die Normalmaße der gewöhnlich vorkommenden Thüren, im Thürlicht gemessen, welche sich durch den Gebrauch als zweckmäßig ergeben haben, sind hier zusammengestellt. Darnach erhält das Thürlicht einer einfachen Zimmerthüre 0,90 m Breite auf 2,15 m Höhe; die zweiflügelige Thür, „Salonthür, Doppelthür", 1,35—1,5 m Breite und 2,66—2,8 m Höhe. Bei 1,35 m Breite wird der gewöhnlich gebrauchte Flügel 0,90 m, der andere 0,45 m breit gemacht. Hingegen können die Flügel bei einem Thürlicht von 1,5 m Breite gleich breit angeordnet werden, was selbstredend entschieden besser aussieht.

Abtrittsthüren werden 0,75—0,78 m breit und 2,0 bis 2,10 m hoch gemacht. Äußere Thüren, Hausthüren, erhalten bei einfachen Wohnhäusern eine Breite von 1,05—1,20 m bei einer Höhe von 1,50—2,83 m; bei reicheren und bedeutenderen 1,5—1,8 m Breite auf 2,7—3,0 m Höhe. Die Höhe solcher Thüren wird in der Regel bedingt durch die Höhe der Fenster an den Fassaden, weshalb die Thüren ihrer leichten Beweglichkeit wegen und je nach der Stockhöhe mit oder ohne Oberlicht konstruirt werden.

Einfahrtsthore werden bei 2,66—3,0 m Breite 3,6 bis 4,2 m hoch gemacht; Waschhausthüren 1,05—1,2 m breit, 2,1—2,4 m hoch; Thüren an gewöhnlichen Pferdeställen 1,2 m breit und 2,4 m hoch, während bei kleineren Viehställen Thüren von 0,90—1,05 m Breite und 2,1 m Höhe genügen. Große Ställe erhalten häufig mehrere Ausgänge und mindestens zwei Thore zum Durchfahren.

Wir unterscheiden nun in Beziehung auf den Ort, wo die Thüren angebracht sind und wonach sich zum Teil ihre Konstruktion richtet, äußere und innere Thüren. Die ersteren machen ein Gebäude von außen zugängig, während die letzteren die Zugängigkeit der einzelnen Räume desselben, sowie deren Kommunikation unter sich herstellen.

In Beziehung auf Konstruktion kann man die Thüren, bei deren Zusammensetzung Leim angewendet wird, unterscheiden von denen, bei welchen dies nicht der Fall ist. Der Leim wird hauptsächlich nur für Thürkonstruktionen verwendet, welche sich im Trockenen befinden. Äußere Thüren werden so zu konstruiren sein, daß das Regenwasser an allen Stellen den gehörigen Ablauf findet und sich nirgends festsetzen kann; da sie ferner der Hitze, dem Regen u. s. f. ausgesetzt sind, so werden die Konstruktionen so einzurichten sein, daß das Holz ohne Nachteil schwinden und quillen kann. Insbesondere hat man aber dem „Werfen", „Verwerfen" des Holzes entgegen zu arbeiten, welche Bewegungen hervorgerufen werden durch die Verschiedenheit der Verhältnisse von Feuchtigkeit, Trockenheit, Wärme u. s. w., welche auf die beiden Seiten der Thüre verschiedene Einflüsse äußern, bezüglich der Vergrößerung oder Verkürzung des Holzes. Das Eichenholz zeigt weit mehr Neigung zum Werfen als die weichen Holzsorten.

Der leitende Gedanke bei der Konstruktion der Thüren wird wohl im allgemeinen der sein, ein festes Rahmwerk oder ein Gerippe zu bilden und dessen Felder mit losem Füllwerk auszulegen. Durch eine solche Konstruktion wird das Quillen und Schwinden des Holzes unschädlich gemacht und dem Werfen desselben am besten entgegen getreten unter der Bedingung, daß bei Verwendung starker Hölzer dieselben ein- bis zweimal durchgeschnitten und „verschränkt" verleimt und verschraubt werden.

In ästhetischer Beziehung steht die Bildung eines Rahmwerkes für die Thürkonstruktion obenan, indem dadurch

mannigfache Formen und Figuren erzielt werden, welche durch ein stärker oder schwächer relevirtes Leistenwerk umschlossen und ausgezeichnet werden können; auch kann nach diesem Konstruktionsmotiv eine Thür mit dem geringsten Materialaufwand, somit auch mit dem geringst möglichen Gewichte hergestellt werden, wodurch endlich auch die Stärke des Beschläges auf ein Minimum reduzirt werden kann.

In Beziehung auf Konstruktion können nun die Thüren eingeteilt werden in ordinäre, verdoppelte und eingefaßte oder gestemmte Thüren.

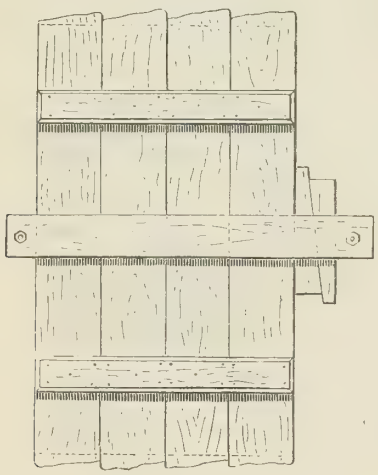
§ 2.

Ordinäre Thüren.

Hierher gehören die Thüren, welche eine Art beweglicher Verbretterung bilden und können die Bretter gespundet oder verleimt sein.

„Gespundete Thüren mit aufgenagelten Quer- und Strebeleisten." Die Bretter, aus denen diese Thüren bestehen, werden in senkrechter Stellung gespundet und in Zwingen durch Keile gut zusammengetrieben, wie Fig. 519 dies andeutet.

Fig. 519.



Während sie noch von den Zwingen zusammengehalten sind, werden etwa 30 cm von jedem Ende quer über die Bretter 7—12 cm breite, wenigstens 3 cm starke Leisten, die sogenannten Querleisten (oft von Eichenholz, wenn auch die Bretter von Nadelholz sind), winkelrecht über die Brettfugen mit eisernen Nägeln aufgenagelt, deren Spitzen auf der entgegengesetzten Seite umgenietet werden, weshalb man flachgeschmiedete Nägel anwendet. Fig. 2, Taf. 88, zeigt eine solche Thür mit den nötigen Durchschnitten.

Sind die Thüren groß und schwer, so bringt man außer diesen horizontalen Querleisten noch eine sogenannte Strebeleiste an, welche das „Versacken" der Thür verhindern soll, und daher auch immer so angebracht werden muß, daß ihr unteres Ende der befestigten Seite der Thür zunächst liegt, wie in Fig. 1—2, wo die Bänder der Thür angedeutet sind. Mit den Querleisten wird die Strebeleiste durch Versatzung und mit den Brettern ebenfalls durch eiserne umgenietete Nägel verbunden.

Wird die Thür zweiflügelig, so werden beide Flügel auf die eben beschriebene Weise angefertigt, nur kommt dann gewöhnlich bei großen Thoren noch eine horizontale Schlagleiste oder ein Thürschwengel hinzu, welche beide den Verschluß derselben bewirken sollen. Die erstere, gewöhnlich so breit und stark als die übrigen Leisten, wird etwa in der halben Höhe der Thür, nach Fig. 7, Taf. 88, an dem einen Thürflügel festgenagelt und reicht bis an die Strebeleiste des andern. Hier ist dann gewöhnlich eine Krampe angebracht, welche durch eine Öffnung in der Schlagleiste hindurchreicht, und ein vorgesteckter Pflock oder ein Vorlegeschloß bewirkt den Verschluß. In unserer Konstruktion sind sämtliche Leisten auf derselben Seite der Thür angebracht, in manchen Fällen kann man aber die Schlagleiste auf der Bundseite anbringen, d. h. auf der, auf welcher die übrigen Leisten nicht sind; alsdann erhält sie die Breite der ganzen Thür zur Länge und wird dadurch wirksamer.

Der Thürschwengel ist ein 12—15 cm im Quadrat starker Riegel, so lang als die Thür breit (vorausgesetzt, daß die Breite der Thür ihre Höhe nicht übertrifft, sonst kann er nur letztere Abmessung als Länge bekommen), und wird an einem der Flügel zunächst der Seite, welche mit dem andern Flügel zusammentrifft, in der Mitte seiner Länge, um eine horizontale Achse drehbar, befestigt. In lotrechte Stellung gebracht, hindert er das Öffnen der Thür nicht, verschließt aber dieselbe, sobald man ihn horizontal legt und das eine Ende durch einen Überwurf (Schlempe) nebst Krampe und Vorstecker befestigt.

Die drehbare Befestigung des Thürschwengels kann auch ganz unterbleiben, wenn man an jedem Flügel der Thür einen eisernen Haken befestigt, in welche man den Riegel einlegt und dann dafür sorgt, daß er nicht durch Unbefugte herausgehoben werden kann. Gewöhnlich bringt man diesen Verschluß nur innerhalb an, wenn man den verschlossenen Raum noch durch eine zweite Thür verlassen kann.

Diese Thüren gewähren, tüchtig angefertigt und namentlich mit den Strebeleisten versehen, die daher auch an kleinen Thüren nicht fehlen sollten, große Festigkeit und Dauer, aber gerade kein zierliches Ansehen, weshalb man sie auch nur zu Stall-, Keller- und Scheunenthüren, überhaupt aber an solchen Orten anzuwenden pflegt, wo es sich nur um einen sicheren Verschluß, nicht aber um ein zierliches Ansehen handelt. Besonders im Freien, oder an feuchten Orten sind dergleichen Thüren passend, weil hier

geleimte Thüren nicht halten würden. Wenn die Thüren dem Regen ausgesetzt sind, sollte man sie immer glatt behobeln, weil sie dauerhafter sind, als wenn sie rauh bleiben, was bei inneren Thüren oft der Fall ist. Bei ganz im Freien befindlichen Thüren bringt man auch wohl oben auf denselben eine abgefaste Latte, die etwas breiter als die Thür dick ist, an, um das Hirnholz gegen das Eindringen des Regenwassers zu schützen.

Im allgemeinen sollen die Leisten dieser Thüren immer nach dem Innern gerichtet sein, weil sich auf denselben Regenwasser sammelt, in die Fuge zwischen Leiste und Thür eindringt und hier leicht Fäulnis verursacht.

Werden solche zweiflügelige Thüren sehr groß, so nennt man sie Thore oder Thorwege, und es wird dann oft in einem der Flügel noch eine kleine Thür oder Pforte angebracht, um in gewöhnlichen Fällen sich dieser zum Durchgang bedienen zu können, ohne das schwere Thor zu öffnen. Diese Pforte ist dann ebenfalls mit Quer- und Strebeleisten konstruirt.

Solche Thorwege erhalten statt der aufgenagelten Quer- und Strebeleisten ein „Gerippe" aus kantig beschlagenen Hölzern, deren Stärke sich nach der Größe und Schwere des Thorweges richtet. Dieses Thorgerippe oder Gerüst wird dann auf einer (der äußern) Seite mit Brettern oder Dielen bekleidet, welche entweder in vertikaler oder in diagonaler Richtung (parallel mit dem Strebebande) aufgenagelt werden. Die letztere Anordnung kostet etwas mehr Holz, gewährt aber den Vorteil größerer Festigkeit, indem die schräg gestellten Bretter dem „Versacken" der Thür entgegenwirken.

Die Fig. 1—2, Taf. 88, zeigen die gleichen Ansichten, obschon Fig. 1 eine Thür mit verleimten und Fig. 2 eine mit gespundeten Brettern darstellt. Nur die Durchschnitte ergeben die Verschiedenheit der Konstruktion. Um nun bei Fig. 7 von einer doppelten Zeichnung Umgang nehmen zu können, so ist hier nur die Konstruktion mit verleimten Brettern dargestellt, da wir die mit gespundeten in Fig. 2 kennen gelernt haben.

Das Thorgerippe besteht aus den Wendesäulen, Fig. 8, Taf. 88, den Schlagsäulen, dem Oberriegel, dem Unter- oder Schwellriegel und dem Strebeband, zu welchen Verbandstücken, wenn das Thor hoch ist, wohl noch ein oder zwei Mittelriegel hinzukommen. Das Strebeband muß immer in die Wendesäule und den Oberriegel versatzt werden, und nicht etwa in den Schwellriegel und in die Schlagsäule; auch geht, wenn Mittelriegel vorhanden sind, immer das Band durch und jene sind in dieses eingezapft. Die Schlagsäule hängt auf versatzten Zapfen der Ober- und Schwellriegel, welche ihrerseits mit eben solchen Zapfen in der Wendesäule befestigt sind. Diese Hölzer brauchen nicht alle von gleicher Stärke zu sein, doch müssen sie natürlich auf der Seite, welche mit Brettern bekleidet werden soll, bündig liegen. Die Anzahl der Mittelriegel richtet sich darnach, daß die Bretter der Bekleidung alle 1,2—1,5 m genagelt werden können. Diese Thore bekommen gewöhnlich eine horizontale Schlagleiste oder einen beweglichen Thürschwengel als Verschlußmittel, welch letzterer den Vorteil giebt, daß er, in seine vertikale Stellung gebracht, beim Öffnen des Thores keinen Raum versperrt.

Bekleidet man die jetzt beschriebenen Thüren und Thore statt der Bretter mit Latten in angemessenen Zwischenräumen, so entstehen die sogenannten Lattenthüren, die vielfach in Anwendung stehen. Oft wendet man dabei statt der Latten runde Stangen „Staketen" in Form von Lanzen u. s. w. an, und in diesem Falle macht man die Quer- und Strebeleisten, statt von Holz, gern von Flacheisen und befestigt die Lanzen u. s. w. mit Holzschrauben. Sollen diese Thüren zum Verschluß von Höfen und Gärten dienen, so ist es gut, die Lanzen so nahe aneinander zu rücken, daß man den Fuß nicht dazwischen bringen kann, weil die Strebeleisten sonst als Leitern benutzt werden können. Letztere werden oft auch, der Symmetrie wegen, in Form von Andreaskreuzen angebracht.

„Geleimte Thüren mit eingeschobenen Leisten" unterscheiden sich von den gespundeten mit aufgenagelten Leisten dadurch, daß die Bretter nicht gespundet, sondern gefugt und verleimt, und die Querleisten nicht aufgenagelt, sondern eingeschoben, und zwar am besten „auf den Grat", d. i. schwalbenschwanzförmig eingeschoben werden, wie dies Fig. 1, Taf. 88, im Durchschnitt zeigt. Die Strebeleisten bleiben gewöhnlich fort, werden aber, wenn sie doch angebracht werden sollen, ebenfalls aufgenagelt. Die eingeschobenen Leisten, oft von Eichenholz, wenn auch die Thür sonst aus Tannenholz besteht, sollen das Werfen und Krummziehen der Thür verhindern, weshalb sie gehörig stark, stärker als die Bretter der Thür und wenigstens 7—12 cm breit sein müssen. Damit aber beim Zusammentrocknen der Thürbretter diese nicht reißen, sondern sich im Ganzen der Breite nach zusammenziehen können, dürfen die eingeschobenen Leisten nicht eingeleimt und auch nicht genagelt werden.

Diese Thüren eignen sich nicht zur Anwendung als äußere Thüren, weil die verleimten Fugen die Nässe nicht ertragen können, sie werden daher gewöhnlich nur im Innern bei untergeordneten Räumen der Gebäude angewendet.

§ 3.

Verdoppelte Thüren.

„Verdoppelte Thüren" heißen solche, die aus doppelt übereinander genagelten Brettern bestehen. Die untere, oder Blindthür, wird, ganz wie die eben be-

schriebenen, aus gespundeten, mit Quer- und Strebeleisten versehenen Brettern konstruirt, und auf die ebene Seite derselben dann die Verdoppelung aufgenagelt. Letztere besteht aus 15—24 cm breiten Brettern, die so auf die Blindthür mit eisernen Nägeln befestigt werden, daß ihre Fugen die der Blindthür kreuzen. Man verfährt hierbei auf verschiedene Weise: entweder nagelt man zuerst rund um die Blindthür, nach Fig. 3, Taf. 88, einen einfassenden Fries und dazwischen die horizontalen Füllbretter, oder man fängt die Verdoppelung in den Ecken mit einem Dreieck an, nach Fig. 6, und schließt in der Mitte mit einem oder mehreren Quadraten. Die Bretter der Verdoppelung werden fast immer gehobelt und gefalzt, oft auch gestäbt oder mit anderen passenden Profilen an den Kanten verziert. Fig. 5 zeigt eine weitere Anordnung der Verdoppelung, nach welcher 4 Füllungen entstehen.

Zum Aufnageln der äußeren Bretter oder der Verdoppelung nimmt man häufig besonders geschmiedete Nägel mit hervorstehenden runden Köpfen, die der Thür ein sehr solides Ansehen geben.

Diese Thüren gewähren große Festigkeit, sind dem Quillen und Werfen nicht sehr ausgesetzt und werden daher zu Haus- und Kellerthüren oder vor Gewölben u. s. w. angewendet; doch kosten sie viel Holz, sind sehr schwer und erfordern daher starke Beschläge, was ihre Anwendung verteuert und daher beschränkt.

Daß man diese Thüren auch zweiflügelig und als Thorwege ausführen kann, versteht sich von selbst.

Eine sehr solide Thür ist auch in Fig. 4, Taf. 88, dargestellt; dieselbe besteht ebenfalls aus einer gespundeten Blindthür, auf welcher ein Rahmwerk befestigt wird, dessen Felder mit jalousieartig übereinander greifenden, schmalen und gespundeten Brettchen ausgefüllt sind. Häufig läßt man auch die horizontalen Zwischenfriese fehlen.

Sehr oft ist bei den verdoppelten Thüren die untere oder Blindthür eine verleimte ordinäre oder auch gestemmte, was auch in den Fällen, in welchen die eine Seite der Thür dem Wetter nicht ausgesetzt ist, wie z. B. bei Hausthüren, sehr wohl zulässig.

§ 4.

Die eingefaßten oder gestemmten Thüren.

Die „eingefaßten oder gestemmten Thüren“ bestehen aus einem festen Rahmwerk, in dessen Felder lose Füllungen eingesetzt sind. Diese Konstruktion gehört zu der rationellsten Thürkonstruktion, indem sie den Eigenschaften des Holzes Rechnung trägt und überall da angewendet wird, wo es sich um einen möglichst dichten Verschluß, verbunden mit leichter Beweglichkeit, handelt. Denn während die, aus nebeneinander gesetzten Brettern bestehenden ordinären Thüren der Breite nach durch Quillen und Schwinden des Holzes ihr Maß verändern, bleibt das Rahmwerk der gestemmten Thür unverändert stehen, indem es sich beim Wechsel von Trockenheit oder Nässe fast gar nicht ändert, da das Rahmwerk nach der Länge und Breite der Thür aus Längenholz besteht und die Schwindung des Holzes nach der Länge kaum zu berücksichtigen ist. In diese Rahmenfelder werden nun die „Füllungen“ mittels angestoßener Federn lose in die Nuten der Rahmstücke eingesetzt. Die Nuten werden so tief gestoßen, daß die Füllungen den nötigen Spielraum zum Quillen haben oder „wachsen“ können. Werden dagegen die Füllungen exakt in die Rahmen eingepaßt ohne Spielraum, so treiben sie das Rahmwerk beim Quillen auseinander. In dem soeben Gesagten liegt das Wesen einer jeden gestemmten Arbeit.

Auf Taf. 89, Fig. 1—9, geben wir einige Beispiele gestemmter Thüren, um zu zeigen, wie mannigfach das Rahmwerk derselben zusammengesetzt werden kann, wobei man jedoch immer auf bestimmt ausgesprochene geometrische Formen zu sehen haben wird; es sind nämlich die Füllungen entweder alle gleich herzustellen, wie bei den Fig. 1, 3, 4, 5 und 8, oder wenn sie verschieden sind, so ist dies auch recht augenfällig zu machen, wie bei den Fig. 2, 6 und 9, d. h. die entstehenden Vierecke sollen entweder Quadrate oder Rechtecke von auffallend verschieden langen Seiten sein. Die Fig. 520—524 erklären die Profile der Thüren Fig. 6—9, Taf. 89.

Will man bei der Feldereinteilung die Anbringung des Thürschlosses berücksichtigen, so sei bemerkt, daß dies nicht an der Kreuzungsstelle zweier Rahmstücke geschehen darf, indem dadurch die Verbindung geschwächt würde.

Nach der Anzahl der Füllungen werden oft auch die Thüren benannt; so stellt z. B. Fig. 1, Taf. 89, eine Dreifüllungsthür, Fig. 2 eine Vierfüllungsthür, Fig. 3 eine Sechsfüllungsthür u. s. f. vor. Wird der Rahmen der Thür durch ein senkrechtes und wagrechtes Rahmstück in vier gleiche Füllungen geteilt, so erhält man eine Kreuzthür. Dabei geht das senkrechte Mittelrahmstück durch, und wird der horizontale Kreuzriegel mit kurzen Zapfen in dasselbe eingezapft. Je mehr Füllungen angebracht werden, um so mehr Rahmwerk ist erforderlich und um so stärker wird die Thür werden. Dreifüllungsthüren erhalten sehr breite, aus mehreren Brettstücken verleimte Füllungen, haben daher den Nachteil, daß sie sich beim Eintrocknen sehr bemerklich machen, indem der „Schwand“, wenn er nach dem Anstrich der Thür stattfindet, wie dies meist der Fall ist, ein Heraustreten der unangestrichenen Federn der Füllungen aus den Rahmholznuten um oft 9—12 mm veranlaßt. Hier dürfte noch zu erinnern sein, daß bei großen schweren Thüren das Kreuzen der Rahmstücke nur unter rechten Winkeln, so daß sie entweder nur

horizontal oder vertikal gerichtet sind, durchaus nicht konstruktiv genannt werden kann, weil die entstehenden Rechtecke, als verschiebliche Figuren, keine große Festigkeit gewähren. Letztere würde in weit höherem Grade erreicht,

Fig. 520. a–b Taf. 89.

Fig. 521. c–d Taf. 89.

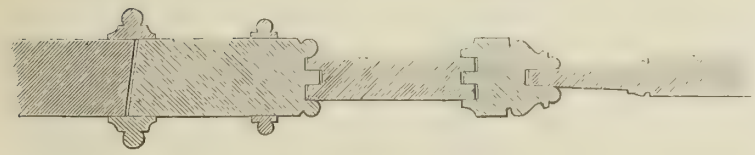


Fig. 522. g–h Taf. 89.

Fig. 524. i–k Taf. 89

Fig. 523. e–f Taf. 89.

wenn man auch diagonal gerichtete Rahmstücke, mithin dreieckige unverschiebliche Figuren anordnen wollte. Die eingefaßten Thüren werden hauptsächlich zu inneren Thüren angewendet, wozu sie sich ihrer Leichtigkeit und zierlichen Verhältnisse wegen besonders eignen. Mit Zuhilfenahme verschiedener feiner Holzarten, massiv oder furnirt angewendet, Schnitzereien, Goldleisten, ornamentirter Metallleisten u. s. w., lassen sich sehr reiche und elegante gestemmte Thüren herstellen. Zu Hausthüren werden sie nur dann angewendet, wenn sie durch eine tiefe Leibung u. s. w. gegen den Regen geschützt sind.

Zu allen Thüren, insbesondere aber zu den gestemmten, ist besonders gutes und vorzüglich trockenes Holz zu verwenden; indem bei nassem Holze der Leim nicht bindet, abgesehen davon, daß Thüren aus solchem Holze sich immer bald werfen und dann der Nachhilfe bedürftig sind, wodurch sie einen undichten Schluß bekommen.

Gehen wir nun zur Konstruktion dieser Thüren selbst über.

Die Rahmstücke werden bei gewöhnlichen Zimmerthüren 12—18 cm breit und mindestens 30—36 mm dick gemacht. Gewöhnlich sucht man aus einem Dielen durch Trennung desselben nach der Mitte seiner Breite zwei Rahmen zu erzielen, und da die Breite der Dielen durchschnittlich 30 cm beträgt, so erhält man als mittlere

Fig. 525a.

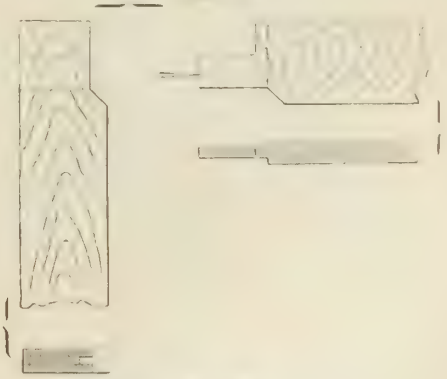
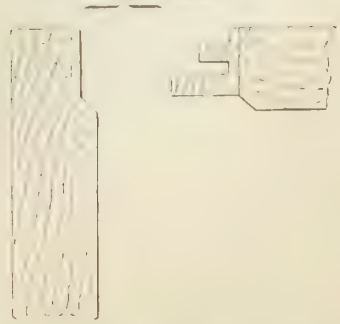


Fig. 525b.

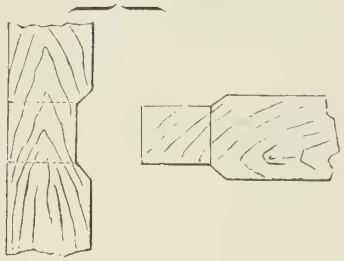


Breite 15 cm. Bei größeren Flügelthüren wird jedoch diese Breite vergrößert, sowie man auch Rahmen von 35 bis

54 mm Stärke, namentlich wenn man das Schloß in die Dicke des Holzes einzustecken beabsichtigt, verwendet.

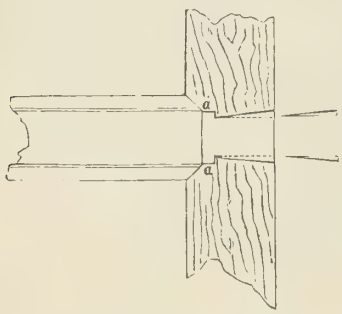
Die Verbindung der Rahmhölzer untereinander geschieht durch einfache oder doppelte Schlitzzapfen, die verleimt und verkeilt werden, wie dies in den Fig. 525a und 525b für die Verbindung der äußeren Rahmstücke gezeigt ist. Dabei sind die Zapfen zurückgesetzt, damit noch vor dem Zapfenloch so viel Holz stehen bleibt, daß dasselbe nicht ausspringt, wenn das Verkeilen der Zapfen stattfindet. Bei den „Querstücken, Querriegeln, Riegeln" oder Mittelrahmstücken werden die Zapfen nach Fig. 526 etwas' ab-

Fig. 526.



gesetzt, oder es werden nach Fig. 527 Federzapfen angewendet, wobei an den Zapfen noch kurze, etwa 2 cm breite Federn aa angebracht sind. An den Stellen, wo die Zapfen abgesetzt sind, entstehen gerne offene Fugen, was durch die Federn verhindert wird. Fig. 527 giebt die

Fig. 527.



beste Art der Verzapfung und Verkeilung an, wobei die Keile an beiden Seitenenden der gleich breiten Zapfen eingetrieben werden und das schwalbenschwanzförmig sich erweiternde Zapfenloch kompakt ausfüllen. Es ist nicht notwendig, die Zapfen in den Rahmstücken zu verbohren und mit hölzernen Nägeln zu vernageln, weil die Nägel beim Schwinden des Holzes vorstehen und die Verzapfung mit Anordnung von Zapfenkeilen, bei sorgfältiger Arbeit, hinlängliche Festigkeit gewährt.

Die Rahmen können nun in mannigfacher Weise profilirt werden, je nach dem Grade der Zierlichkeit, auf welchen sie gebracht werden sollen. Zunächst werden die Nuten für die Federn der Füllungen ausgestoßen und nun die beiden Backen der Nute profilirt, wobei man darauf zu achten hat, daß sie nicht zu sehr geschwächt werden. Die Fig. 528—536 zeigen einige Beispiele profilirter und ausgenuteter Rahmen, unter welchen Fig. 534 das reichste,

Fig. 528. Fig. 529. Fig. 530.

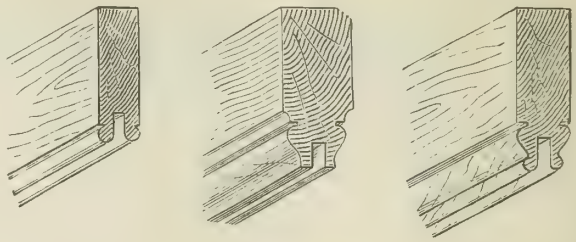
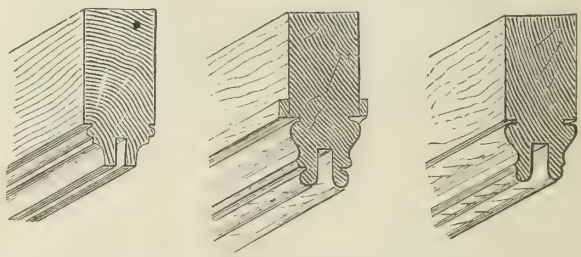


Fig. 531. Fig. 532. Fig. 533.



aber auch kostspieligste ist, indem sehr starkes Rahmholz dazu gehört. Wohlfeiler, aber auch weniger solid erhält man eine reiche und kräftige Profilirung mittels eingeleimter und genagelter „Kehlstöße", Fig. 535 und 536.

Fig. 534. Fig. 535.

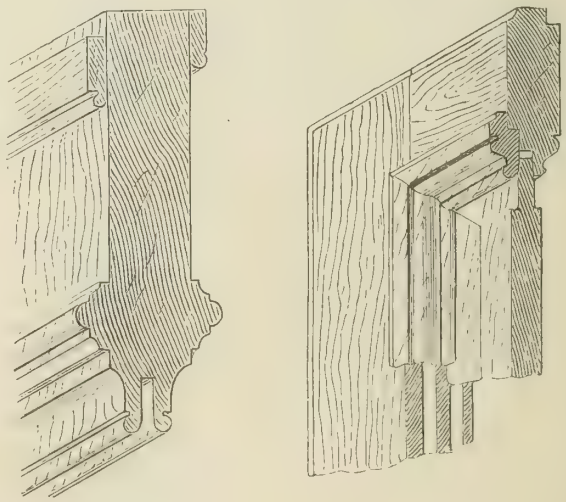


Fig. 537 zeigt den Kehlstoß zu beiden Seiten der Rahme, welche in diesem Falle kantig bleibt und von den ausgefälzten Kehlstößen überdeckt wird, während in Fig. 535 der Kehlstoß nur an einer Seite der Thür sich befindet, wo er eingeleimt und genagelt wird, und an der andern die Rahme profilirt ist. Die Verbindungsweisen, Fig. 535—537, sind jedoch nicht solid, weshalb bei reich profilirten Thüren die Anwendung des „Kehlstoßes in der Nut", Fig. 538,

ihnen vorgezogen wird. Zu diesem Zwecke wird ein eigenes hinreichend starkes Stück Holz nach dem gewünschten Profil, auf beiden oder auch nur auf einer Seite abgekehlt und dieses (Kehlstoß in der Nut geheißen) wird dann so mit dem

Fig. 536.

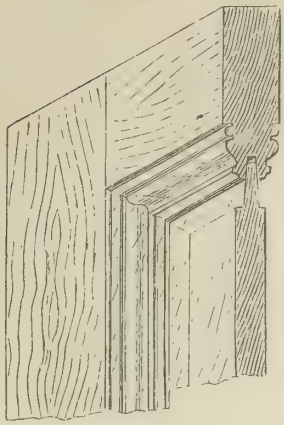
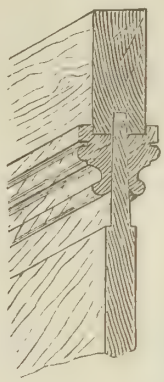


Fig. 537.



genuteten Rahmstück verbunden, daß es mit einer Feder in dasselbe hinein und mit zwei Backen um dasselbe herum-

Fig. 538.

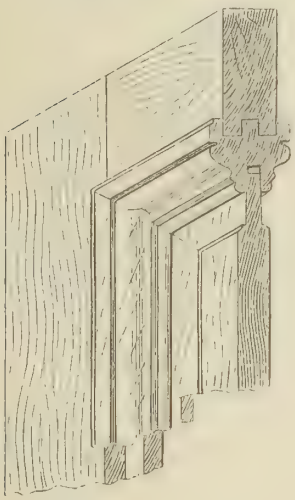
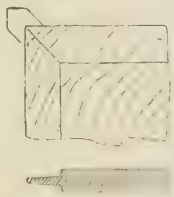


Fig. 539.



greift, während es die Feder der Füllung ebenfalls in einer Nut aufnimmt.

Die Kehlungen, mögen sie nun an den Rahmstücken selbst oder an besonderen Leisten angebracht sein, müssen in den Ecken immer stumpf auf die „Kehrung“ zusammengeschnitten werden. Trocknen nun diese Hölzer zusammen, so öffnen sich die Kehrungsfugen und oft so weit, daß man hindurchsehen kann, weil bei reicheren Profilirungen die Federn der Füllungen nicht so tief eingreifen können. Will man sich gegen diesen Übelstand sichern, so bleibt nichts anderes übrig, als nach Fig. 539 an den Ecken der Füllungen besondere kleine, diagonal gestellte Federn anzuleimen und diese so tief in die Nut der Kehlung hineingreifen zu lassen, daß sie jede sich zeigende Öffnung in der Kehrungsfuge decken. Bei der Anwendung des Kehlstoßes in der Nut hat man den erwähnten Übelstand nicht leicht zu befürchten, sondern nur bei recht breiten Rahmstücken, die bedeutender zusammentrocknen.

Die Füllungen dienen, wie schon oben bemerkt wurde, zum Ausfüllen der Felder des Rahmwerkes und werden aus 2—3 cm starken Brettern hergestellt. Die Holzfasern der Füllbretter werden nach der Längenrichtung der Felder gerichtet und giebt man den Füllungen nicht gern eine größere Breite, als die von 2 bis 3 verleimten Brettern beträgt. Die Füllungen werden ringsum mit Federn versehen, mit welchen sie in die etwas tieferen Nuten eingreifen; diese Federn sind etwas zugeschärft und erhalten einen Falz, welcher von den Rahmkanten 3—6 cm absteht.

Fig. 540.

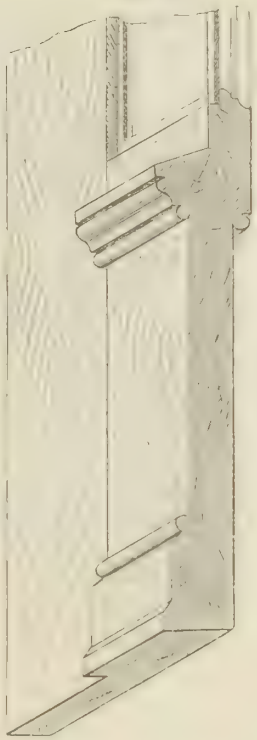
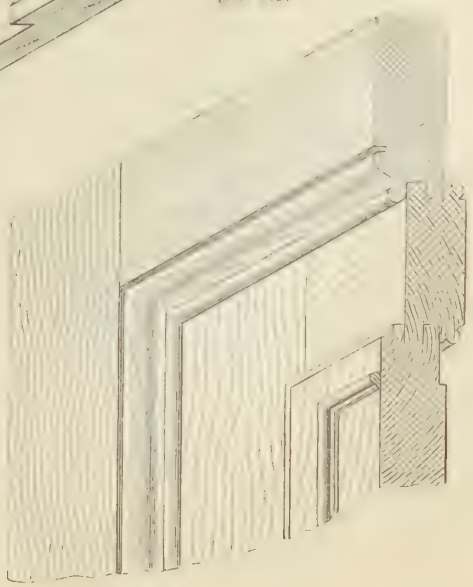


Fig. 541.

Fig. 542.



Sollen die Füllungen einer Thür mehr Stärke bekommen, wie dies bei Hausthüren zuweilen erforderlich wird, so werden sie nach den Fig. 540—542 „überbaut oder überschoben“ und nennt man eine solche: Thür mit überschobenen Füllungen; dabei werden die letzteren so mit den Rahmen verspundet, daß die Füllungen auf der einen Seite der Thür vertiefte, auf der andern aber erhabene Felder zeigen.

In Fig. 540 ist der untere Teil einer Glasthür mit überschobenen Füllungen, Sockel und Deckleiste gezeichnet.

Fig. 543.

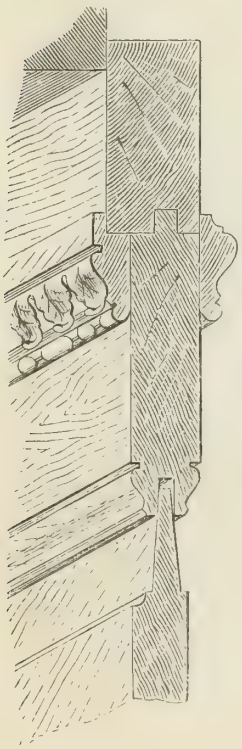
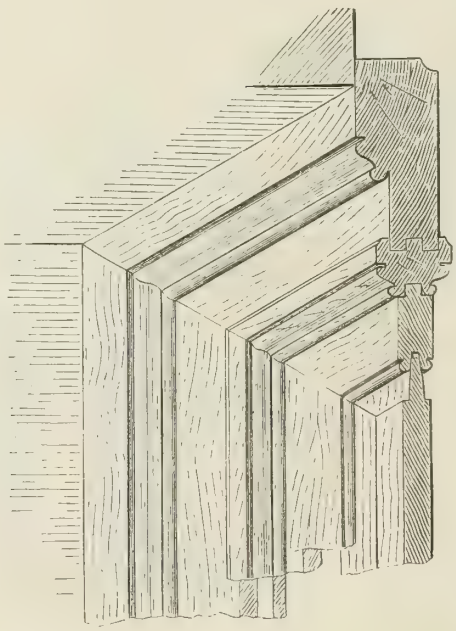


Fig. 544.



Diese Leisten geben den vortretenden Füllungen Fuß- und Kopfgesims, und hat letzteres bei Thüren, welche dem Schlagregen exponirt sind, noch außerdem den Zweck, das Hirnholz der Füllungen abzudecken und solche vor Fäulnis zu schützen, wie dies auch schon Fig. 523 gezeigt hat.

Bei großen Thüren und Thoren werden 2 bis 3 äußere Rahmen von gleicher oder verschiedener Stärke miteinander verbunden, um mehr Steifigkeit der Thürflügel zu erzielen und um keine allzu großen Füllungen zu erhalten.

Die Fig. 541—544 zeigen einige Verbindungen dieser Art. Dabei können die Füllungen gewöhnliche sein, Fig. 543 und 544, oder man ordnet überschobene an, Fig. 541—542; ebenso können Kehlstöße in der Nut, Fig. 544, oder eingeleimte, Fig. 543, angeordnet werden.

Die Thüren können nun entweder stumpf vor die Öffnungen schlagen, indem sie etwas größer sind, als das „Licht“ der Öffnung, Fig. 545, oder sie schlagen in einen besonderen Falz, Fig. 546—547.

Die erste Art des Verschlusses gewährt nur geringe Dichtigkeit und wird daher nur bei Räumen, wie Scheunen, Ställen u. s. w. angeordnet, bei welchen ein luftdichter Verschluß nicht verlangt wird. Schlägt die Thür in einen Falz, so kann sie denselben nach Fig. 546 überdecken, wie bei Zimmerthüren mit aufgesetzten Schlössern, oder sie kann sich mit ihrer ganzen Holzstärke in denselben hinein legen, eine Konstruktionsweise, wie sie bei Thüren mit eingesteckten

Fig. 545.

Fig. 546.

Fig. 547.

Fig. 548.

Fig. 549.

Fig. 550.

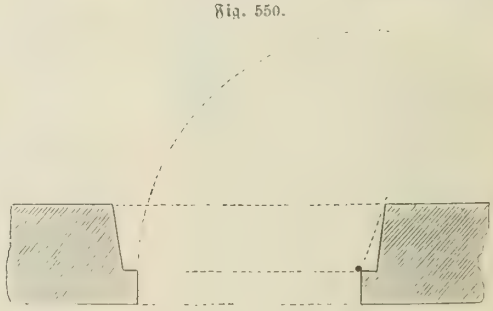
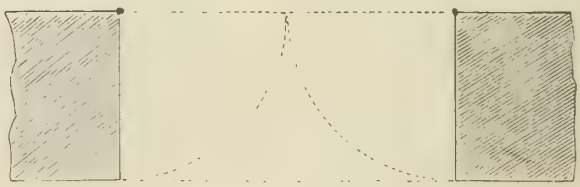


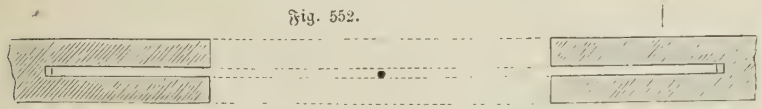
Fig. 551.



Schlössern üblich ist. Daß nur die Thür allein ausgefälzt wird, wie dies Fig. 548 zeigt, kommt selten vor. Die inneren Thüren können nun je nach der Stärke der Mauer, an welcher sie vorkommen, verschieden angeordnet werden, und zwar nach Fig. 549, wo die Thür so ziemlich je nach der Falztiefe in der Ebene der Mauerflucht liegt und vollständig umgelegt oder um einen Winkel von 180° gedreht werden kann. Oder wenn die Mauern mehr als eine Backsteinlänge zur Dicke haben, können die Thüren nach Fig. 550

bis 551 angebracht werden. Fig. 551 zeigt die Anlage einer zweiflügeligen Thür, deren Flügel sich in die Leibung der Thürnische hineinlegen, eine Anordnung, von welcher in der Renaissance-Periode nicht selten Gebrauch gemacht wurde. Bei Fig. 550 erhält man an beiden Seiten der Mauer Thürnischen, wodurch eine den Fenstern ähnliche Anordnungsweise der Thür entsteht, was den Vorteil hat, daß die Thür beim Öffnen nicht mit der ganzen Breite ins Zimmer tritt. Endlich ist in Fig. 552 die Anlage einer zweiteiligen

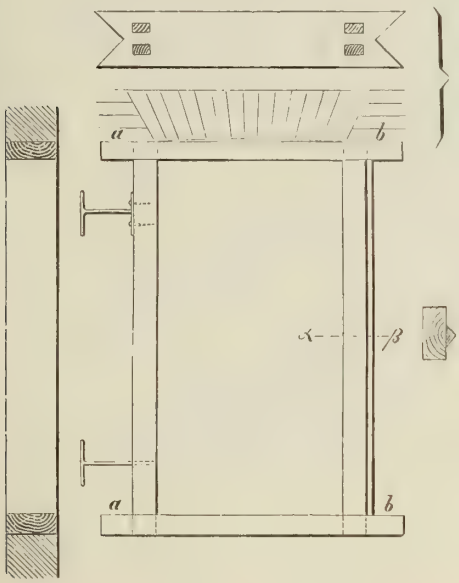
Fig. 552.



Schiebthür gegeben, zu welcher Konstruktion mindestens eine Wanddicke von einer Steinstärke gehört.

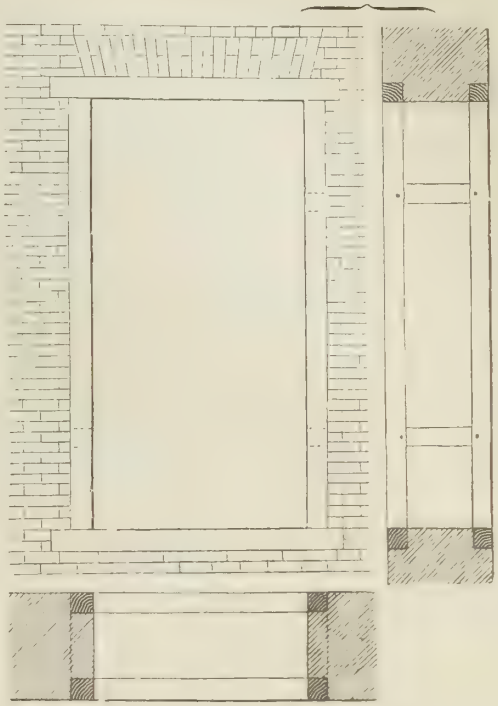
Der Thürfalz ist nun entweder in einem steinernen Thürgestell ausgehauen, oder wenn kein solches vorhanden ist, in den einzelnen Steinen, welche die Öffnung begrenzen, hergestellt, oder es ist in die Thüröffnung ein besonderes hölzernes Gestell „Thürzarge" eingesetzt, welches mit dem Thürfalz versehen ist. Ist die Thür an einer Holz-

Fig. 553.



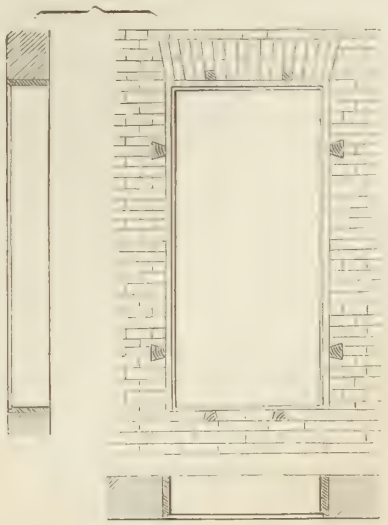
oder Riegelwand befindlich, so kann der Falz an den Thürpfosten und Thürriegeln angearbeitet werden; befindet sich dieselbe dagegen an einer einen Stein starken Mauer, so wird eine Thürzarge, auch Blockzarge genannt, angewendet. Diese besteht aus einem Rahmen von Eichen- oder Rottannenholz von 6—9 cm Dicke und einer Breite, welche durch die ganze Mauerstärke greift, Fig. 553. Um der Thürzarge einen festen Stand zu geben, bekommen die horizontalliegenden Teile a b derselben sogenannte „Ohren" oder Verlängerungen, welche eingemauert werden; während man die vertikalen Stücke entweder wie die Pfosten der Riegelwände ausspänt, um das Mauerwerk eingreifen zu lassen, oder man nagelt, wie dies der Querschnitt $\alpha\ \beta$ zeigt, eine

Fig. 554.



dreiseitig prismatische Leiste auf, nach welcher die anstoßenden Steine ausgehauen sind und so den festen Stand der Zarge

Fig. 555.



sichern helfen. Oft wendet man auch eiserne Anker an, Fig. 553, welche in die Mauer eingreifen und an der Zarge befestigt sind. Diese Befestigungsweise ist namentlich bei sehr hohen Thüren zu empfehlen.

Die Blockzargen müssen ferner vor dem Aufführen der Mauer gut in „Blei und Senkel“ gestellt und in dieser Stellung durch gegen sie und die Balken ꝛc. genagelte Latten befestigt und oft in Beziehung auf ihre richtige Stellung kontrollirt werden, weil sie, einmal fest eingemauert, unbeweglich sind.

Beträgt die Mauerstärke mehr als 1—1½ Stein, so werden anstatt der Zargen „Thürgerüste“, Fig. 554, angewendet. Diese bestehen aus Schwellen, Pfosten, Rahmstücken (Pfetten) und Riegeln, die aus 12—15 cm im Quadrat starkem Holze, wozu man gern Eichenholz oder doch harzreiches Rottannenholz nimmt, zusammengesetzt sind. Besonderer Mittel zum Befestigen des Thürgerüstes bedarf man hier nicht, indem das zwischen die Verbandstücke greifende Mauerwerk den festen Stand hinlänglich sichert. Bei sehr ökonomisch ausgeführten Bauten pflegt man die Thürzargen an drei Seiten zu hobeln und den Falz zum Anschlag der Thür auszustoßen, oder man mauert nach Fig. 555 einige keilförmig gestaltete eichene Klötze (Dübel) mit in die Leibung der Thürnischen ein, und befestigt das gehobelte und gefalzte nicht zu schwach konstruirte „Futter“ nun an diesen Klötzen.

Das Thürfutter, in Verbindung mit den beiderseits die Thüröffnung umrahmenden Bekleidungen oder Verkleidungen, findet bei einigermaßen sauberer Bauausführung allgemeine Anwendung, wobei die Thürgerüste, Blockzargen, Dübel ꝛc. nur zur Befestigung dieser Holzteile dienen. Der Thürfalz wird in der Regel gebildet durch das Thürfutter und die Thürverkleidung, Fig. 5, Taf. 91, oder auch im Thürfutter allein, Fig. 4, Taf. 90, wenn dasselbe nicht aus schwachem Holze angefertigt wird.

Das Thürfutter besteht aus einem Rahmen glatt gehobelter, an den Ecken verzinkter Bretter, welcher in die Thüröffnung eingeschoben und an den Thürpfosten, Zargen ꝛc. befestigt wird. Haben die Wände mehr Stärke als 12—15 cm, so wird das Thürfutter, übereinstimmend mit der Thür behandelt, d. h. mit Friesen und Füllungen versehen, welche aber nur auf einer Seite gehobelt werden. Solche Futter heißen gestemmte, im Gegensatz zu den ersteren, welche glatte Futter genannt werden. Fig. 5, Taf. 91 zeigt ein glattes Futter, während auf Taf. 90 in Fig. 3—4 ein gestemmtes Futter angenommen ist.

Das untere Brett des Futterrahmens heißt Schwellbrett, Schwelle und wird aus hartem oder Eichenholz hergestellt. Diese Schwelle ist auch wieder, je nach der Mauerdicke, glatt oder gestemmt. Die erstere ist aus den Fig. 2 und 3, Taf. 91, die letztere aus den Fig. 2 und 3, Taf. 90 zu entnehmen. Die Schwelle wird bei Thüren, welche Zimmer unter sich verbinden, mit dem Fußboden bündig gelegt, führt die Thür hingegen auf den Korridor oder nach einem kalten Raum, so läßt man die Schwelle etwa 1,5 cm über den Boden vortreten, um der Thür an allen vier Seiten einen Anschlag zu geben, wodurch allein ein einigermaßen luftdichter Verschluß erzielt werden kann. Da bei Wohnhäusern die an den Korridor grenzenden Thüren sich nach innen oder nach den Zimmern öffnen, so legt man gern den Korridorboden mit dem Schwellbrett bündig und um 1,5 cm höher als den Zimmerboden, wodurch man nur nach innen einen Absatz der Schwelle erhält, welcher der Thür zugleich als Anschlag dient.

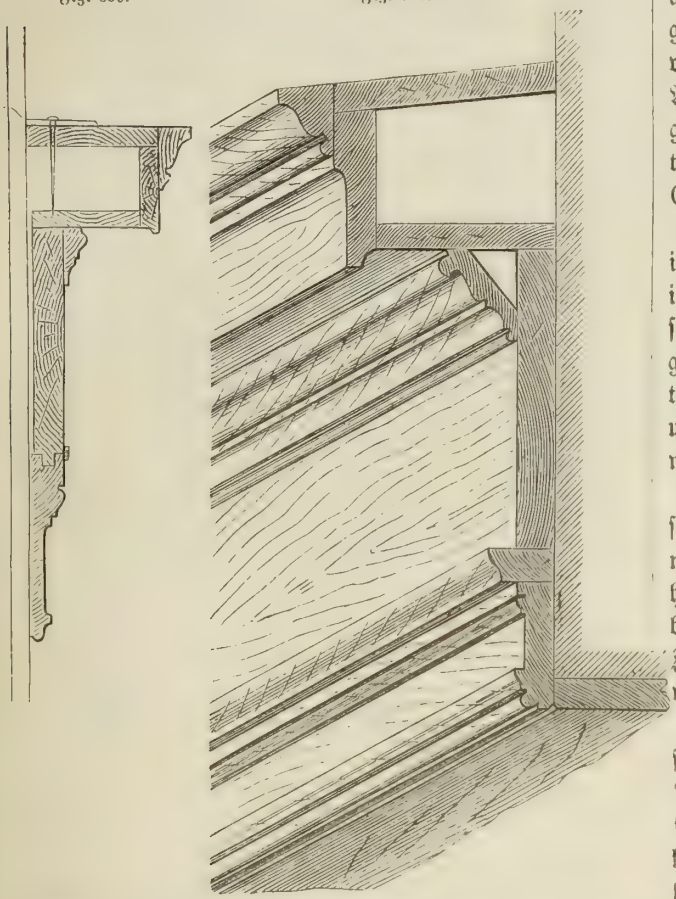
Das Thürfutter wird nun meistenteils 12—15 mm kleiner gemacht als die Thüröffnung, wie dies Fig. 5, Taf. 91 und Fig. 4, Taf. 90 zeigt, weil diese selten ganz genau hergestellt ist, und weil man auch das Futterholz nicht dicht auf die zur Zeit des Anschlagens der Schreinerarbeit unvollständig ausgetrockneten Mauern bringen will. In diesen 12—15 mm großen Zwischenraum zwischen den Mauerleibungen der Thür und dem Futter werden nun Holzkeile eingetrieben und dadurch das Futter verspannt, Fig. 5, Taf. 91.

Zur Deckung der Fuge zwischen dem Thürfutter und der Zarge oder dem Thürpfosten, zur Falzbildung für die Thür, sowie zum festen Anschluß des Wandputzes werden die schon erwähnten Thürverkleidungen, Thüreinfassungen angeordnet. Dies sind entweder „glatte“ oder mehr oder weniger reich profilirte „gekehlte“ Brettstreifen, welche an beiden vertikalen Seiten und oberhalb die Thüröffnung „einfassen“ und ähnlich wie das Thürfutter unterlegt und an den Thürpfosten, Zargen ꝛc. befestigt werden. Die Breite der Thürverkleidung beträgt, bei einfachen Thüren, durchschnittlich 1/6 der lichten Thüröffnung oder 12—15 cm, Fig. 1, Taf. 90. Die Gliederungen, welche man den Thürverkleidungen giebt, sind meist architravartig und immer flach profilirt, so daß sie ohne Schwierigkeit mit dem Gesimshobel ausgearbeitet werden können. Oder es werden auch die äußeren stärkeren profilirten Glieder besonders angefertigt und durch Leim und hölzerne Nägel befestigt. Die Thüreinfassungen sind in den Ecken auf Kehrung oder Gehrung zusammen zu schneiden, und es sind hier, besonders bei breiten Einfassungen, sobald das Holz etwas zusammentrocknet, sehr auffallende Fugen nicht zu vermeiden. Diesem vorzubeugen pflegt man den Gratschnitt nur auf die halbe Holzstärke zu machen und ein Blatt von der übrigen Holzstärke stehen zu lassen, welches dann mit dem zweiten Stück der Einfassung verleimt wird. Die Verkleidung, welche mit dem Futter den Thürfalz bildet, nennt man Falzverkleidung, während die entgegengesetzte anderseitige Verkleidung Zierverkleidung genannt wird.

Ein sehr stattliches Ansehen erhält die Thür, wenn man außer der Verkleidung auch noch ein bekrönendes Gesims mit Fries und Verdachung anbringt, wie dies auf

Taf. 90—91, Fig. 1, zu sehen ist. Der Fries wird aus einem Brettstück hergestellt, und die Feldereinteilung auf demselben mittels aufgeleimter Leisten bewirkt; während die Verdachung aus einem oder mehreren verleimten Dielenstücken gebildet und das Ganze durch große Nägel oder Bankstifte an der Wand oder Mauer befestigt wird. Die Fig. 556—557 zeigen Beispiele von bekrönenden Thürgesimsen mit dem oberen Teile der Verkleidung, dem Fries und der Verdachung.

Fig. 556. Fig. 557.



Eine einfach gestemmte Thür mit gestemmtem Futter und Schwellbrett, beiderseitiger gekehlter Verkleidung mit Fries und Verdachung, ist auf Taf. 90, Fig. 1—4 dargestellt; während Taf. 91, Fig. 1—5, eine zweiflügelige Zimmerthür, Flügelthür, Salonthür zeigt. Diese unterscheidet sich von ersterer nur dadurch, daß jeder Flügel, da wo er mit dem andern zusammenschlägt, eine die schräge Fuge deckende Schlagleiste nach Fig. 4, Taf. 91 erhält. Dieselben werden 5—7 cm breit und muß das Profil derselben so gezeichnet werden, daß vorn Holz genug stehen bleibt, weil die Schlagleisten oft viel zu leiden haben, weshalb sie auch öfters von Eisen gefertigt werden.

Sind beide Thürflügel gleich breit, so kommt die Schlagleiste in die Mitte der Thür, ist aber der eine Flügel breiter, wie solches bei schmalen zweiflügeligen Thüren vorteilhaft ist, so müssen der Symmetrie wegen zwei Schlagleisten angeordnet werden, von denen die eine natürlich „blind“ ist. Obschon eine aus dem vollen Holze gearbeitete Schlagleiste am solidesten wäre, so wird sie doch des geringeren Holzaufwandes und der billigen und bequemeren Herstellung wegen auf das Rahmholz der Thür aufgeschraubt. Die Anordnung eines Sockels, auf welchem sich auch die Profile der Thürverkleidung absetzen, giebt der ganzen Thürkonstruktion ein gefälliges Ansehen. Beispiele von reicheren Salonthüren, wie sie heute nicht selten zur Ausführung kommen, sind auf den Taf. 92—93 dargestellt, bei welchen nur der Schmuck der Einlagen „Intarsien“ fehlt. Das übrige dürften die Zeichnungen zur Genüge erklären.

Die Schiebthüren unterscheiden sich in Bezug auf ihre Konstruktion nicht von den Flügelthüren, sondern nur in der Art der Bewegung und der dadurch bedingten Beschlagsteile, weshalb wir die auf Taf. 94 in Fig. 1—8 gezeichnete zweiteilige Schiebthür etwa auch unter der Abteilung Beschlag der Thüren hätten aufführen können; demungeachtet schien uns der Ort hier des Zusammenhanges wegen der geeignetere.

Zur Verbindung innerer Räume, insbesondere Gesellschaftsräume, eignen sich die Schiebthüren sehr gut, namentlich wenn dieselben in schlitzartige Öffnungen innerhalb der Mauer geschoben werden, wodurch die Wandflächen bis zu den Thüren benutzt und auch die bei eleganteren Zimmern unvermeidlichen Portieren nicht leicht beschädigt werden können.

Die Bewegung der Schiebthür ist am bequemsten eine seitliche, und um einen möglichst dichten Schluß zwischen Thür und Mauer zu erhalten, dürfen keine Leisten, Gesimse ꝛc. über die Dicke der Rahmen vortreten. Die Thür kann selbstredend eine „volle“ oder Glasthür sein, welch letztere in Fig. 1, Taf. 94 dargestellt ist. Die Schiebthür wird entweder in einer Nute „Schiebefalze“ bewegt, welche am Boden angebracht ist und in welche die Feder der Schiebthür eingreift, oder die Bewegung findet weniger schwerfällig auf Rollen statt, die entweder unterhalb oder besser oberhalb der Thür angelegt werden, wodurch dieselbe als eine aufgehängte erscheint und mit geringer Anstrengung verschoben werden kann. Die Rollen bestehen aus Eisen oder Messing, und bewegen sich bekanntlich um so leichter, je größer ihre Durchmesser sind. Bei unserer Konstruktion, Taf. 94, ist die Doppelthür mit vier Messingrollen versehen, welche mittels der Bügel n Fig. 3—4 so angebracht sind, daß ihre Schwerpunkte und der der Thür in einer vertikalen Ebene liegen. Die Rollen, an welchen nun das

ganze Gewicht der Thür hängt, bewegen sich auf der Laufschiene o, welche stellenweise eine seitliche Befestigung mittels Winkel an dem Überlagholz p erhält. Während die eine Hälfte des gestemmten Thürfutters, Fig. 3, befestigt wird, ist die andere Hälfte q mittels Scharnierband anzuschlagen, damit sie bei etwa nötig werdender Reparatur aufwärts geklappt werden kann.

Am unteren Ende der Thür wird die „Führung", so weit die Thüröffnung reicht, bei feineren Böden, ohne hervortretende Schwelle, ja selbst ohne irgend welche Vertiefung in den Boden, weggelassen und nur innerhalb des Wandschlitzes nach Fig. 558 angebracht. Die Führung selbst kann aus einer T-Schiene oder Winkelschiene gebildet werden, deren Steg nach oben vorsteht und in einen Falz der Thür eingreift. Dabei läßt man die Nute an der Thür so tief ausstoßen, daß dieselbe nicht auf der Schiene aufsitzt, sondern sich nur die Backen der Nute an der Schiene reiben. Ein in das Holz eingelassener Riegel „Kantenriegel" verhindert das Hin- und Herfedern der geschlossenen Thüren. Eine andere Art der Führung besteht in der Herstellung eines Schlitzes Fig. 7, Taf. 94, welcher mit Eisenblech ausgefüttert wird, und in welchem eine an der Thür eingesetzte eiserne Feder läuft. Der Schlitz muß gehörig tief gemacht werden, damit er nicht zu schnell durch Staub ꝛc. verstopft wird.

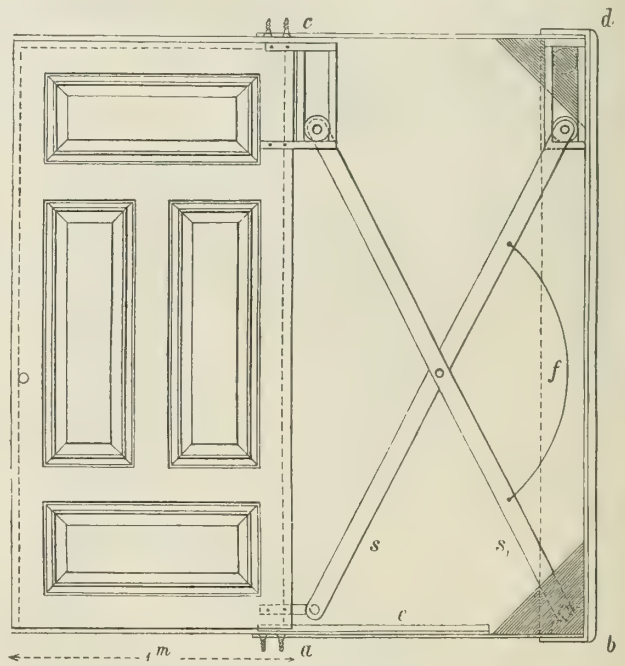
Fig. 558.

Damit die beiden Thürhälften nur auf ein bestimmtes Maß und nicht ganz aus den Mauerspalten herausgezogen werden können, sind an den Rahmen Leisten aufgeschraubt, Fig. 8 und Fig. 2, Taf. 94, welche beim Schließen der Thüröffnung sich an das Thürfutter anstemmen und ein vollständiges Herausziehen der Thür aus dem Mauerschlitz verhindern. Ebenso kann man mittels Haken dem in die Höhe Heben der geschlossenen Thüren entgegenwirken.

Fig. 5, Taf. 94 zeigt den Querschnitt der Sprossen der Glasthür, während Fig. 8 das Profil der Rahme nach dem horizontalen Durchschnitt Fig. 1 darstellt. Die Konstruktion einer „Schiebthür ohne Rollen" ist nach dem Patent von Sauerwein in Frankfurt a. M. in der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. 1879, S. 316 von E. Puls in Berlin publizirt. Diese besteht nach Fig. 559 darin, daß statt der Rollen eine Scheere, die sich innerhalb eines schmiedeeisernen Rahmens abcd bewegt, die Führung der Thür bewirkt. Nur unten führt sich die Thür in gewöhnlicher Weise im Schlitz auf einem kleinen ⊥ Eisen e. Am eisernen Rahmen, welcher bei b und d durch in unserer Zeichnung schraffirte Winkelplatten abgesteift ist, hat der Scheerenschenkel s_1 bei b den drehbaren Haltpunkt für das ganze System, während der Schenkel s bei a die Thür trägt. Die oberen Enden der Schenkel bewegen sich parallel mittels Rollen in sogenannten Prismen-Kulissen. Eine Feder f, welche bei geschlossener Thür gespannt ist, und selbstredend auch an der gegenüberliegenden Schenkelöffnung angebracht werden kann, hält die Scheere im Gleichgewicht. Bei der Aufstellung wird das ganze System, an welchem die Thür schon angeschlagen ist, in den Mauerschlitz geschoben, korrekt gestellt und mittels starker Schrauben bei a und c beziehungsweise unten und oben befestigt.

Den Sauerwein'schen Schiebthüren, welche wir Gelegenheit hatten ausgeführt zu sehen, fehlt der eiserne Rahmen abcd um die Scheere, wodurch die Aufstellung wesentlich erschwert ist. Da die Befestigung der Punkte

Fig. 559.



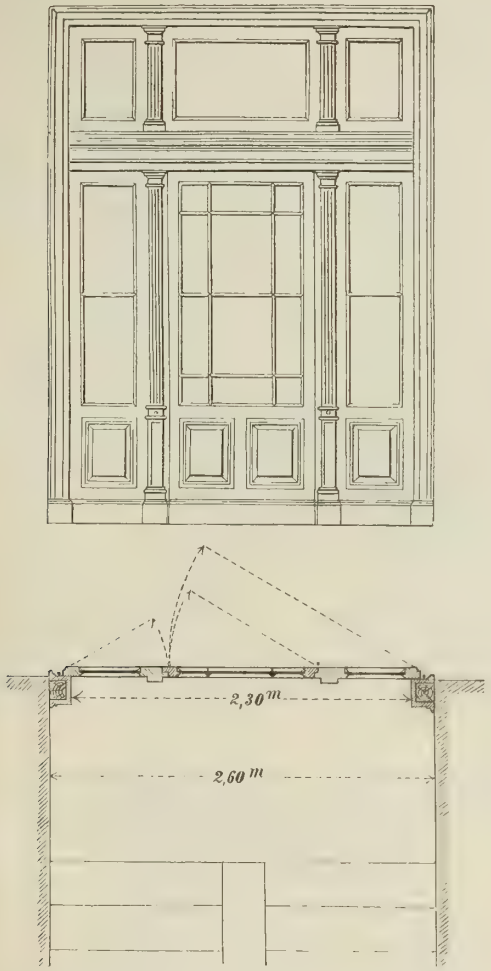
bei b und d in der Mauer selbst stattfindet, so sind an diesen Stellen Tapetenthürchen erforderlich, damit bei vorkommender Reparatur das System abgelöst werden kann, was man bei der verbesserten Konstruktion Fig. 559 von Puls in Berlin nicht nötig hat. Auch ist nicht allein oben, sondern auch unten eine kleine Führungsschiene erforderlich.

Wir glauben unter den neueren Schiebthürkonstruktionen die Sauerwein'sche mit Puls'scher Verbesserung ihrer Solidität und exakten leichten Führung wegen empfehlen zu dürfen.

Glasthüren werden konstruirt entweder um dem Licht Eingang zu verschaffen oder um Durchsicht zu gewinnen, oder man beabsichtigt, beide Zwecke mit denselben zu erreichen. Dabei wird der untere Teil der Thür gewöhnlich auf eine Höhe von 1—1,30 m undurchsichtig oder mit Füllungen ausgeführt, während der obere Teil mit einem

Sprossenwerk versehen wird, welches verglast wird. Hierin liegt gewöhnlich auch der einzige konstruktive Unterschied zwischen den Glasthüren und den bisher betrachteten gestemmten Thüren. Die Sprossen werden von Holz, am besten von hartem Holz oder Eisen, hergestellt und sind

Fig. 560.



mit einem Falz versehen, in welchen das Glas eingesetzt wird. Das Nähere hierüber werden wir bei der Konstruktion der Fenster besprechen. Das was wir über die Form der Füllungen gesagt haben, gilt auch für die der Sprossenfelder, nämlich Herstellung möglichst regelmäßig und bestimmt ausgesprochener geometrischer Figuren, wobei Quadrat und Rechteck als Hauptformen erscheinen.

Am meisten werden die Glasthüren dazu benutzt, das Stiegenhaus von den Korridoren der einzelnen Stockwerke zu trennen und sollte eine solche Absonderung bei Miethäusern niemals fehlen.

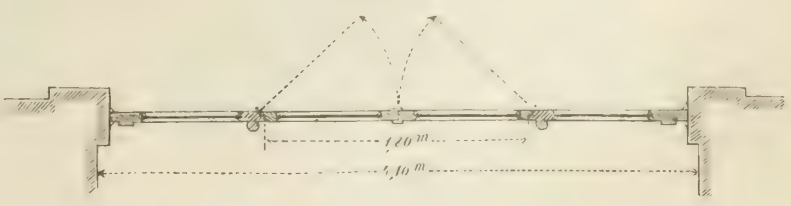
Wir geben auf Taf. 95 ein Beispiel eines Glasabschlusses, welchen der Verfasser in seinem eigenen Hause in Karlsruhe herstellen ließ. Bei breiteren Glasabschlüssen ist vorher eine Teilung in Felder mittels Pfosten, Riegeln und Pfetten vorzunehmen, an welchem Rahmwerk die einzelnen Teile der Glaswand ihren Anschlag finden. Dieses Rahmwerk kann nun entweder abgehobelt werden und sichtbar bleiben, oder man läßt es rauh und umkleidet es mit gehobelten Dielen.

Der Glasabschluß, Taf. 95, besteht aus einer zweiflügeligen Glasthür mit Oberlicht. Zur Verglasung der Thüren wurde gemustertes Glas „Mousseline-Glas“ verwendet, teils um die Durchsicht einigermaßen zu verhindern, teils um der Verglasung ein gefälligeres Ansehen zu geben. Das Oberlicht ist mit weißem Glas, um möglichst viel Licht zu gewinnen, verglast.

Zwei weitere Anordnungen von Glasabschlüssen zeigen Fig. 560 und 561. Im ersten Fall befindet sich eine in der Mitte angelegte Thür zwischen zwei Seitenflügeln, welche ebenfalls geöffnet werden können, wenn nämlich die volle lichte Weite von 2,30 m — etwa beim Wohnungswechsel — gebraucht werden sollte; im zweiten Fall kann höchstens über die Weite der Doppelthür verfügt werden, da die Seitenteile als feststehend angenommen sind. Aber auch in diesem Fall wäre es nicht schwierig, die Anordnung zu treffen, daß die Seitenteile geöffnet werden können, nachdem vorher die Thürflügel auf sie umgeklappt worden sind, wobei nur bemerkt werden muß, daß die Konstruktion mit feststehenden Seitenflügeln die solidere ist.

Die Hausthüren machen die Gebäude von der Straße aus zugängig und müssen daher solider hergestellt werden, als innere Thüren. Sind sie dem Regen und der Sonne ausgesetzt, so verwendet man zu ihrer Herstellung Eichenholz, während bei geschützter Lage sie auch aus Weiß- oder Rottannenholz (in neuerer Zeit auch aus amerikanischer Tanne) gefertigt werden können. Im letzteren Fall ist die Konstruktion der äußeren Thüren der der inneren gleich;

Fig. 561.

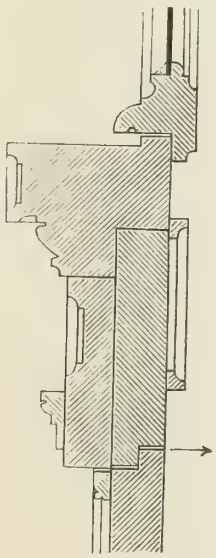


im ersteren dagegen hat man die Verbindungen so einzurichten, daß das Regenwasser sich nirgends einsetzen, sondern an allen Stellen der Thür abfließen kann. Zu diesem Zweck wendet man überschobene oder überbaute Füllungen an, welche stärker sind als die eingezapften und auch wasserdichter hergestellt werden können als jene. Da der untere

Teil der Thür mehr dem Regen exponirt ist als der obere, welcher durch den Thürsturz gegen das Anschlagen des Wassers geschützt ist, so werden häufig für die unteren Füllungen überbaute, für die oberen dagegen gewöhnliche Füllungen verwendet. Fig. 540, S. 223 zeigt eine solche Konstruktion.

Als Beispiel einer zweiflügeligen Hausthür mit Oberlicht, wie sie so häufig vorkommen, geben wir die auf Taf. 96 dargestellte, welche wir am Kaufmann Model'schen Hause hier ausführen ließen. Selten giebt man diesen Thüren die ganze Höhe des Thürlichtes, sondern man schneidet von demselben mittels eines Kämpfers „Loosholzes", dessen Höhe wo thunlich mit der Kämpferhöhe der Fenster übereinstimmend angenommen wird, einen Teil ab, wodurch ein Oberlicht gewonnen wird und die Thür, vermöge ihrer geringeren Größe, leichter gehandhabt werden kann. Als geringste Höhe der Hausthüren werden 2,1 bis 2,4 m angenommen.

Fig. 562.

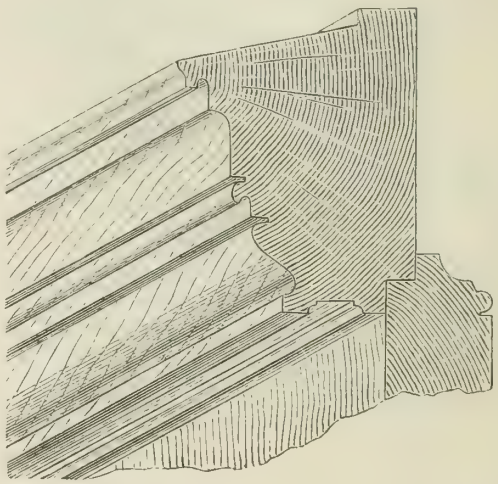


Die Thür besteht aus Eichenholz, erscheint inwendig als gestemmte, außen als glatte Thür mit ebener Fläche, auf welche der Doppel, beziehungsweise der dekorative Teil aufgesetzt und aufgeschraubt ist, wie dies aus den Durchschnitten zu ersehen ist und aus Fig. 562, welche den Kämpfer, Fries und oberen Anschlag der Thür in größerem Maßstabe darstellt. Um außer dem Oberlicht noch mehr Licht zu gewinnen, wurde die Doppelthür teilweise verglast und mit leichten schmiedeisernen Schutzgittern versehen. Die Gläser sind mittels besonderer Rahmen gefaßt, welche in die Thürrahmen eingesetzt und mit Vorreiber befestigt werden, wodurch die Gläser ohne Schwierigkeit leicht an beiden Seiten gereinigt werden können.

Die Thore unterscheiden sich von den äußeren Thüren nur durch ihre Größe; was daher bezüglich der Konstruktion der Hausthüren gesagt wurde, gilt auch hier. Man bildet wieder ein Rahmwerk und belegt dasselbe entweder mit Latten „Lattenthor" oder mit Brettern „Bretterthor", wodurch die einfachsten Thorkonstruktionen entstehen. Fig. 8, Taf. 88 zeigt ein Bretterthor. Die Bretter können gefälzt, gespundet, gefedert oder stumpf gefügt und mit Fugenleisten überdeckt werden. Sieht man diese Konstruktion bloß als Unterlage oder „Blindthor" an, auf welche ein aus Rahmen, Füllungen u. s. f. bestehender „Beleg" aufgeschraubt wird, so erhält man ein eleganteres Thor, wobei der nach außen gerichtete gestemmte Teil, der sogenannte „Doppel" gern aus hartem Holz hergestellt wird. Besteht dagegen dieser Beleg auch wieder nur aus Brettern, wie die Fig. 3—5 solche Beispiele zeigen, so entstehen verdoppelte Bretterthore.

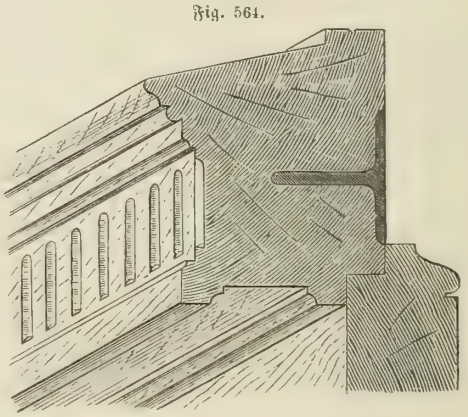
Dient die Einfahrt zugleich als Eingang, und verlangt die erstere die ganze Höhe des Thorlichtes, so wird das Thor aus zwei Flügeln konstruirt, welche des leichteren

Fig. 563.



Verkehrs wegen nicht selten mit einer Thür von gewöhnlicher Größe verbunden sind. Braucht man hingegen nicht die ganze Höhe der Thüröffnung, so legt man wieder, wie bei den Hausthüren, einen Kämpfer an, stellt das Thor

Fig. 564.

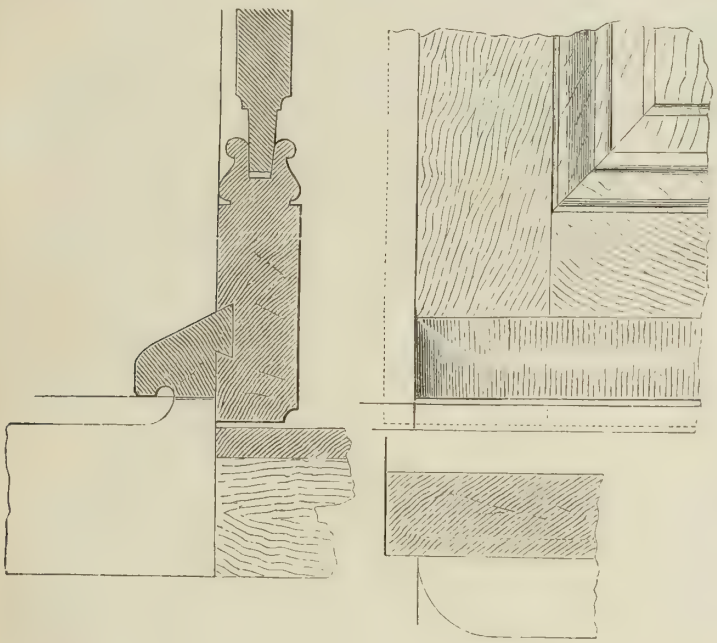


aus zwei Flügeln her, welche nun nicht mehr so schwer zu bewegen sind und behandelt den oberen Teil als Oberlicht, welches in den meisten Fällen zur Beleuchtung der Einfahrt nicht ausreicht, weshalb noch der obere Teil des Thores verglast werden muß.

Nach diesen Gesichtspunkten ist das auf Taf. 97, Fig. 1—7 abgebildete Thor am Wohnhause des Verfassers ausgeführt, welches in konstruktiver Beziehung Ähnlichkeit hat mit der Hausthür Taf. 96 und seiner klaren Dar-

stellung wegen wohl keiner weiteren Erklärung bedarf. Nur betreffs des Kämpfers, an welchem sich das Thor oben anschlägt, sind außer Fig. 4, Taf. 97 noch weitere Darstellungen in Fig. 563—564 gegeben. Letztere bestehen aus vollem Holze, und aus je einem Stück, und in Fig. 564 soll die eingelassene Schiene, welche sich noch ca. 15 cm über die Gewände zu erstrecken hat, in welche sie einzulassen und mit Steinschrauben zu befestigen ist, das Einsacken und Werfen des Kämpfers verhindern. Denn von der unveränderten Haltung des Kämpfers ist der vollkommene obere Anschlag des Thores abhängig. Das Zusammensetzen des Kämpfers aus mehreren verleimten und verschraubten Stücken Fig. 4, Taf. 97 bietet gleichfalls ein probates Mittel gegen das Werfen oder Verziehen derselben.

Fig. 565.



Schließlich hat sich die Verstärkung des aus mehreren Stücken gebildeten Kämpfers Taf. 99 durch eine eingelassene Winkelschiene an der unteren Kante, an welcher das Thor anschlägt, seit einer Reihe von Jahren sehr gut bewährt. Im übrigen zeigt die Konstruktion Taf. 99, welche eines der vorderen Thore der Zentralturnhalle in Karlsruhe darstellt, eine einfache gestemmte Arbeit mit Friesen, Kehlstößen und überhöhten Füllungen.

Der Anschlag der Thore an den Gewänden beträgt 12—15 cm; am Kämpfer 3—6 cm und am Thorbank 2—3 cm.

Um dem Eindringen des Regenwassers an dem unteren Ende des Thores zu begegnen, wird der Thorbank mit einem sogenannten Bänkchen versehen, über welches der „Wetterschenkel“ greift, Fig. 565, der am unteren Rahmholz auf den Grat eingeschoben ist und mittels einer Wassernase das am Thor abfließende Regenwasser zum Abtropfen bringt. Solider als der Ansatz des Thorbankes, welcher bei häufigem Befahren bald abgenutzt ist, ist eine 12—15 cm starke, mit Eisen beschlagene eichene Schwelle, welche in den Thorbank eingelassen wird und nur soweit vorsteht, als zum Anschlag des Thores und zur Abhaltung des Regenwassers nötig ist.

Was die Taf. 98 betrifft, welche einige Motive schmiedeiserner Thürfüllungen enthält, so gehört diese, streng genommen, nicht hierher, sondern in den 3. Band, in welchem sich einige Tafeln derartiger Füllungen befinden. Diese Tafel wurde jedoch aus dem Grunde hier eingeschaltet, um denen, welche nicht im Besitze des 3. Bandes sind, einige Motive von Thürfüllungen zu bieten, welche schließlich doch auch als Bestandteile einer Thür angesehen werden können, wie die Beschläge, wenn auch nicht mit gleichem Recht, die jedoch des Zusammenhanges wegen auch hier aufgenommen sind.

§ 5.

Der Beschlag der Thüren.

Die Anforderungen, welche an den Beschlag der Thüren im allgemeinen gemacht werden, sind *leichte Beweglichkeit* bei möglichst *sicherem Verschluß* derselben. Es läßt sich daher auch der Beschlag der Thüren in zwei Hauptteile teilen, nämlich in die Beschlagteile, welche vorzugsweise zur Bewegung und in solche, welche zum Verschluß der Thüren dienen.

Zu den ersteren gehören Haken und Bänder, Zapfen und Pfannen u. s. w., zu den letzteren Riegel, Vorlegstangen u. s. w., hauptsächlich aber die Schlösser.

Zunächst müssen wir hier bemerken, daß ein detaillirtes Eingehen auf die in Rede stehenden Konstruktionen, namentlich in den Mechanismus der verschiedenen Schlösser, uns viel zu weit führen und die Grenzen unserer Aufgabe überschreiten würde.

Wir beschränken uns vielmehr darauf, die verschiedenen Arten der gewöhnlich vorkommenden Beschlagteile kennen zu lernen und die Merkmale anzugeben, aus welchen man auf eine gute und sorgfältige Arbeit schließen kann. Dies wird um so eher genügen, als die Thürbeschläge, wenn auch keineswegs unbedeutende Nebensachen, doch keine einen wesentlichen Einfluß auf das Gebäude ausübenden Konstruktionen bilden, wie dies bei den früher betrachteten der Fall war. Auch lassen sich schlecht angefertigte Beschlagteile leicht erkennen, und sollten sie dennoch zur Anwendung gekommen sein, leicht durch neue und bessere ersetzen.

§ 6.

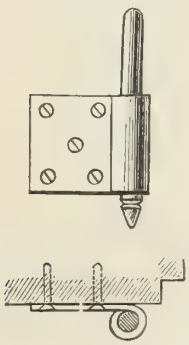
Beschlagteile zur Bewegung der Thüren.

Hierher gehören die Haken und Bänder. Erstere teilt man in ordinäre oder Spitzhaken und in Stützhaken.

Die Haken werden in der Thüreinfassung oder dem Thürgewände befestigt, und die Art der Befestigung richtet sich nach dem Material des Thürgewändes. Ist Holz das Material, so ist der horizontale Arm des Hakens nach Fig. 6, Taf. 100 vierseitig zugespitzt und auch wohl „eingehakt", d. h. mit Widerhaken versehen, um das leichte Herausziehen desselben zu verhüten.

In Fig. 15 besteht der Haken aus zwei Teilen: dem Dorn zur Aufnahme des Bandes und der Hülse mit der Spitze, welche in das Holz zur Befestigung eingetrieben wird. Eine feinere Konstruktion zeigt Fig. 566, bei welcher der Dorn in den bandartigen Lappen, daher der Name Lappenkloben, eingeschweißt ist, welcher entweder auf das Holz aufgesetzt oder in dasselbe eingelassen und verschraubt wird. Um Senkungen der Haken, Fig. 6 und 15, vorzubeugen, werden dieselben mit einer Stütze versehen, Fig. 7—9, wodurch der Stützhaken entsteht. Punkt a der Stütze wird mit einem Nagel oder besser mit einer Schraube befestigt.

Fig. 566.



Die Größe und Stärke der Haken hängt von der Schwere der Thüren ab, und sind dies Thorwege, so geht wohl der wagerechte Hakenarm, in Form eines Bolzenschaftes, durch den Thürpfosten hindurch, und ist innerhalb durch Schraube und Schraubenmutter befestigt, wie Fig. 9 dies zeigt.

Besteht das Thürgewände aus Stein, so müssen die Haken eingegossen oder eingemauert werden, je nachdem das Thürgewände aus einem oder mehreren Steinen besteht, und im letzteren Falle daher mehrere Lagerfugen vorhanden sind. Im ersten Falle werden die horizontalen Arme der Haken „eingegipst" oder mit Blei vergossen. Zu diesem Zwecke müssen nach innen etwas erweiterte Löcher für die Hakenarme in den Stein gestemmt werden, in welche jene mit einem größeren Spielraume passen, und dann wird eben dieser Spielraum entweder mit angerührtem Gips oder mit geschmolzenem Blei ausgegossen. Der Gips dehnt beim Erhärten sein Volumen aus und füllt dadurch den Raum um den Hakenarm vollkommen aus, wodurch letzterer, der am hinteren Ende etwas dicker gestaltet, auch wohl „eingehakt" ist, festgehalten wird. Bei dem Blei tritt aber diese Ausdehnung beim Erstarren nicht ein, im Gegenteil schwindet dasselbe bei dem Übergange aus dem flüssigen in den festen Zustand, und es muß daher durch das Eintreiben eines scharfen Stemmeisens zwischen Haken und Stein „aufgekeilt" werden, damit das Blei sich fest an den Hakenarm und die Wand des Lochs anlege. Der Gips läßt sich so dickflüssig anrühren, daß man ihn in das Hakenloch einstreichen und dann den Haken eintreiben kann; bei dem Blei muß man aber den Haken zuerst in das Loch einhalten und dann das Blei so eingießen, daß es das Loch füllt. Ist letzteres nun in einer vertikalen Fläche befindlich, so hat das Eingießen des Bleies oft große Schwierigkeiten, und man sucht sich dann wohl dadurch zu helfen, daß man von Lehm oder Gips eine Art Pfanne vor dem Loch bildet (ähnlich wie ein an die Wand gehängtes Schwalbennest) und durch dieses das Blei in das Loch fließen läßt.

Gewöhnlich haben diese Haken keine Stützen, doch können solche auch angebracht werden, nur wird die Stütze, statt daß sie sonst am unteren Ende ein Nagel- oder Schraubenloch erhält, jetzt horizontal umgebogen, und dieser Umbug gerade so wie der horizontale Hakenarm befestigt. Bei ganz leichten Thüren treibt man auch wohl in das eingestemmte Loch einen hölzernen Dübel und in diesen den zugespitzten Haken; doch ist diese Befestigungsart immer sehr unsicher, und wird in der Regel bald wandelbar.

Hat das Thürgewände an den geeigneten Stellen horizontale Lagerfugen, so werden die horizontalen Arme der Haken in die Flächen dieser Fugen eingelassen und zugleich mit den Steinen vermauert. Die Haken sind nach Fig. 7 und 10, Taf. 100 gestaltet. Der horizontale Arm spaltet sich gewöhnlich in zwei Äste, die an ihren Enden mit abwechselnd auf- und abwärts gerichteten Umbügen versehen sind. Die Haken heißen nun Mauerhaken. Stützen kommen an diesen Haken selten vor, doch können solche auch nach Fig. 7 angebracht werden. Bei großen und schweren Thorflügeln kommt es besonders auf eine sichere Befestigung des oberen Hakens an, weil das Gewicht der Thür ein Bestreben äußert, diesen horizontal aus seiner Befestigung herauszureißen, während bei dem unteren Haken gerade umgekehrt eine Pressung vorhanden ist, die ihn tiefer in das Gewände einzudrücken das Bestreben hat, welchem Bestreben der Haken leicht widersteht.

Die Spitzhaken werden aus einem Stücke geschmiedet, und man hat darauf zu achten, daß das Eisen, da wo es umgebogen ist, keine Risse oder Sprünge zeigt. Bei den Stützhaken wird der aufrecht stehende Arm und die Stütze gewöhnlich aus einem Stücke geschmiedet, und der wagerechte Arm um dieses herumgelegt und angeschweißt. Die gute und sorgfältige Arbeit, wozu natürlich auch eine glatte und runde Form des Teils, der als Drehachse dient, gehört, ist leicht zu erkennen. Sollen die Haken eingemauert oder

eingegipst werden, so müssen sie vorher mit einem schützenden Überzuge von Pech oder Leinöl u. s. w. versehen werden, damit sie nicht sobald rosten.

Die Bänder. Die Form, Stärke und Befestigung der Thürbänder ist abhängig von der Konstruktion, Größe, Schwere und dem speziellen Zweck der Thüren. Die Bänder werden entweder auf das Holz aufgelegt oder in dasselbe eingelassen und entweder mit Nägeln oder besser mit Holzschrauben befestigt. Bei der Anwendung von Nägeln gilt die Übung, dieselben von einer Länge zu nehmen, daß sie das Holz durchdringen und noch 1—2 cm über dasselbe vorstehen, welche Spitzen umgebogen und in das Holz eingeschlagen werden. Dadurch ist das Ablösen des Bandes von der Thür erschwert, da die Nägel nicht herausgezogen werden können. Zu diesem Zweck wird das Band mit einem oder auch anstatt der Nägel mit mehreren Nietnägeln versehen, wenn man nicht besser Schraubenbolzen verwenden will, welche bei sehr starken Beschlägen gewählt werden, wobei man bezüglich des Ablösens der Bänder darauf zu achten hat, daß die Muttern an der innern Seite der Thür oder des Thores sich befinden.

Betrachten wir nun die verschiedenen am meisten gebräuchlichen Thürbänder, deren Benennungen von ihren Formen abgeleitet sind.

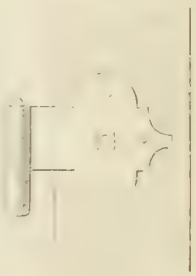
Das gerade Band, Langeband, welches auch „kurzes" oder „langes" gerades Band, je nach seinen Längenverhältnissen, genannt wird. Auf Taf. 100 zeigt Fig. 3 das kurze, Fig. 1—2 das lange ordinäre gerade Band. Diese Bänder werden bei der einfachsten Gattung von Thüren, die aus Latten oder einer einfachen oder doppelten Schichte Bretter bestehen, Taf. 88, Fig. 1—7, verwendet und auf die Querleiste, wie Fig. 1, Taf. 100 zeigt, aufgesetzt. Dieses Band ist mit einem Nietnagel und mit Nägeln befestigt.

Das gerade gekröpfte Band, Fig. 4—5, findet da seine Anwendung, wo der Thürflügel weit hinaus, oder um ein Eck herumschlagen soll, wie dies in Fig. 5 punktirt angedeutet ist. Dieses Langeband hat im Mittelalter eine sehr reiche ornamentale Ausbildung durch Ranken und Blätterwerk erfahren, die nicht selten so weit ging, daß die Thür gewissermaßen nur als Unterlage oder Träger dieser reichen Schmiedearbeit diente. Um daher diesen Thürschmuck entsprechend zur Geltung zu bringen, wurde er bei äußeren Thüren stets an der Außenseite angebracht, während sonst die Bänder, um deren Ablösen zu verhindern, gewöhnlich an der inneren Seite angeschlagen werden. Fig. 11, Taf. 100 und Fig. 2 und 6, Taf. 102 zeigen Beispiele vom verzierten geraden Band, samt Drücker, Fig. 4. Das Bocks-hornband, Fig. 12, ist ein veraltetes, selten mehr gebräuchliches Band.

Für gestemmte Zimmerthüren werden in der Regel Schippebänder und Fischbänder verwendet. Die gewöhnliche Zimmerthür erhält zwei, die Salonthür von größerer Höhe 3—4 solcher Bänder für je einen Flügel. Da diese Bänder nur die vertikale Thürrahme fassen, so werden bei besonders breiten und schweren Thüren noch eiserne Winkel an den vier Ecken der Thürrahme eingelassen und aufgeschraubt zur Unterstützung der Holzverbindung und um der Formänderung der Thür vorzubeugen. Solche Winkel erhalten 15—18 cm Schenkellänge bei 3 cm Breite und 2—3 mm Dicke.

Das Schippeband ist in Fig. 13—14, Taf. 100 und in Fig. 567 dargestellt. Der Haken Fig. 14, der in Fig. 15, Taf. 100 besonders dargestellt ist, wird nur bei ordinären gestemmten Thüren verwendet; bei besseren Beschlägen wird das Band auf einen sogenannten Lappenkloben, Fig. 567 und Fig. 16, Taf. 100 aufgesetzt. In Fig. 13 erscheint das Schippeband bloß aufgeschraubt, es wird jedoch zur größeren Befestigung nicht selten mit einem Nietnagel oder einem Schraubenbolzen versehen. Das Band kann aufgesetzt oder eingelassen werden, in welch letzterem Falle es eine ganz einfache Form, und zwar die des Rechteckes erhält. Ein reich dekorirtes Band dieser Gattung ist in Fig. 3, Taf. 102 dargestellt nebst Schlüsselschild mit Drücker Fig. 5. Das Fischband ist in Fig. 18, Taf. 100 in der Ansicht und in Fig. 19 im senkrechten Durchschnitt gezeichnet. Das Band besteht aus zwei Lappen a und b, welche um einen Dorn zu Hülsen umgebogen sind. Die Hülse des untern Lappens ist mittels der Nieten cc mit dem Dorn d fest verbunden, während sich die obere Hülse um diesen Dorn dreht. Um das Abreiben der Hülsen unter sich zu vermeiden, wird der kurze Dorn f in die obere Hülse geschraubt, oder mittels Nieten verbunden. Bei der Drehung reiben somit nur die beiden abgerundeten Dorne aufeinander, so daß zwischen beiden Bandhülsen etwas Spielraum bleibt. Die Fig. 16 bis 17 zeigen nun die Verwendung des Fischbandes. Es wird nämlich der untere Lappen senkrecht in die Thürverkleidung, der obere Lappen dagegen in die Thürkante eingelassen und von der Seite durch Stifte befestigt. Besser ist es jedoch, den untern Lappen, wie es Fig. 16 zeigt, in die Thürverkleidung einzulassen und mittels versenkter Schrauben zu befestigen. Wenn dies sorgfältig gemacht wird, so bemerkt man den Lappen nach erfolgtem Anstrich der Thürverkleidung nicht mehr.

Fig. 567.



Das Scharnierband ist in Fig. 20, Taf. 100 in der Ansicht und in Fig. 21 im Grundriß, und zwar an-

geschlagen, dargestellt. Dieses Band besteht aus zwei Lappen und einem Dorn, wobei die ersteren gewöhnlich so dick wie der letztere gemacht werden. Der Mittelpunkt des Dornes muß genau in die Fuge der miteinander zu verbindenden Teile gesetzt werden. Der Dorn kann lose oder fest sein, je nachdem die Thüren ausgehängt werden sollen oder nicht. Das Scharnierband wird in verschiedener Stärke angefertigt und bei inneren Läden, Tapetenthüren, Thüren von Möbeln u. s. w. verwendet.

Das Winkelband, Fig. 1 und 4, Taf. 101, findet bei schweren Thüren, Hausthüren, Thoren u. s. f. seine Verwendung, indem das Band den Verbindungsstellen der Rahmen noch zu Hilfe kommt, welche es zusammenhält und unveränderlich macht. Zur Befestigung werden am besten Mutterschrauben genommen. Da das Gewicht der Thür besonders am Lappen a, Fig. 1, hängt, so ist dieser breiter als das Band angenommen und letzteres über denselben gekröpft. Der Kloben, auf welchem das Band ruht, besteht aus einem um einen Dorn geschmiedeten verdoppelten Lappen, Fig. 3 und 7, welcher recht hoch angenommen wird und den man weit in das Gewänd eingreifen läßt.

Um bei schweren Thüren das Gewicht auf mehr als zwei Stützpunkte zu bringen, ordnet man in der Mitte der Thürhöhe ein weiteres Band an, welches man Kreuzband nennt, Fig. 2—3 und 5—6. Dabei ist der Lappen a wie beim Winkelband zu einer Hülse umgebogen, in welche ein kurzer Dorn, Fig. 6, eingeschraubt ist, so daß nur die beiden Dorne, wie wir dies beim Fischband gesehen haben, aufeinander reiben, während zwischen der obern Bandhülse und der untern des Klobens ein kleiner Spielraum bleibt. Eine andere Konstruktionsweise des Kreuzbandes, bei welchem der Lappen a oberhalb des Bandes sitzt, ist in Fig. 8—9 dargestellt. Ferner zeigt Fig. 11 einen bei Thoren gebräuchlichen Haken, wenn die Befestigung in Stein vorzunehmen ist, während Fig. 10 einen solchen zeigt, bei dem die um den Dorn geschmiedete Hülse auf eine Eisenplatte genietet ist, welche auf das Holz aufgesetzt, oder in dasselbe eingelassen ist, und mittels starker Holzschrauben oder besser durchgehender Schraubenbolzen befestigt wird. Ein dekorirtes Winkelband, sowie ein Kreuzband sind in Fig. 1, Taf. 102 dargestellt.

Große und schwere Thore pflegt man auf andere Weise beweglich einzurichten, indem man statt des untern Hakens und Bandes einen Zapfen mit Pfanne und statt des obern Hakens einen Zapfen mit einem Halsbande anbringt.

Am untern Teile der Thür kann man nun den Zapfen entweder an der Thür oder an der Schwelle der Thüröffnung anbringen, und muß man dann mit der Pfanne diesem angemessen verfahren.

Im ersten Falle ist der Zapfen leichter in Schmiere zu erhalten, aber es sammelt sich auch leicht Unreinigkeit, Sand u. s. w. in der Pfanne, wodurch diese und der Zapfen leiden. Im letztern Falle ist ein Verunreinigen der Pfanne zwar nicht zu befürchten, aber auch ein Schmieren des Zapfens unausführbar. Ein richtiges Abwägen dieser Vor- und Nachteile wird übrigens hier immer leicht den Ausschlag geben für die zu treffende Anordnung.

Soll der Zapfen in der Schwelle der Thüröffnung befestigt werden, so ist besonders ein Drehen und Verschieben desselben zu verhindern, ein Herausziehen aber nicht zu befürchten. Man wird daher dem Zapfen, etwa nach Fig. 22 bis 23, Taf. 101, nach unten zu einen Dorn und in der Oberfläche der Schwelle zwei oder vier horizontale Lappen mit nach unten umgebogenen Enden geben können, und dann Dorn und Lappen in den Stein einlassen und vergießen. Auf ganz ähnliche Weise kann man auch die in Fig. 19 dargestellte Pfanne in die Schwelle einlassen und befestigen, weil auch diese nur gegen Drehung und Verschiebung zu schützen ist.

Soll der Zapfen oder die Pfanne an der Wendesäule des Thores befestigt werden, so erhalten diese Beschlagteile statt der früheren Lappen nun aufwärts gerichtete Federn, zwei, drei, auch vier an der Zahl, diese werden in das Holz eingelassen und durch Holzschrauben oft mit versenkten Köpfen befestigt. Fig. 17—18, Taf. 101 zeigt einen solchen mit Federn versehenen Zapfen.

Oberhalb befestigt man den Zapfen (der oft nur an die Wendesäule angeschnitten ist und dann ein Hals heißt) immer an der Wendesäule und das Halseisen an dem Thorgewände. Ersterer kann wie der untere beschaffen sein, doch ist hier auf eine recht solide Befestigung aus den früher angeführten Gründen zu sehen.

Das Halseisen wird, wenn es eingemauert werden kann, ähnlich wie die Mauerhaken, mit langen horizontalen in die Mauer greifenden Armen nach Fig. 21, Taf. 101 versehen. Muß man dasselbe aber eingießen oder eingipsen, so wird man selten die wünschenswerte Sicherheit der Befestigung erreichen, weshalb die erste Befestigungsart immer vorzuziehen bleibt.

In Holz ist die Befestigung der Halseisen großer, schwerer Thore ebenfalls schwierig, weil der aus dem Gewicht des Thores resultirende Zug auf ein Abbrechen des Halseisens wirkt. Man kann hier nur durch vermehrte Stärke des Eisens helfen und durch eine solide Befestigung, wie sie in Fig. 20, Taf. 101 angedeutet ist, denn das Halseisen mit einer Stütze wie die Haken zu versehen, würde unnütz sein, weil dasselbe niemals etwas zu tragen hat.

Bei gewöhnlichen Haken und Bändern kann man eine Thür, wenn sie nicht in einen Falz, sondern nur stumpf vor die Öffnung schlägt, auch wenn sie verschlossen ist,

dadurch öffnen, daß man sie aus den Haken hebt. Um dies zu verhindern, pflegt man wohl den obern Haken verkehrt einzuschlagen, oder man schlägt einen Stift über den Haken, so daß ihn das Band nicht verlassen kann.

Die Fig. 12—13, Taf. 101 zeigen eine Konstruktion, wonach ein starkes Winkelband auf den Kanten des Thorflügels eingelassen und mittels Schrauben und einem Plattbolzen, Fig. 14, befestigt ist. Das Band sitzt auf einem Drehdorn, der in einer Pfanne von Eisen spielt, die in einen größeren Stein eingelassen ist.

§ 7.

Beschlagteile zum Verschluß der Thüren.

Hierzu dienen bekanntlich hauptsächlich die verschiedenen Schlösser, dann Fallen, Riegel, Vorlegstangen u. s. w.

Von den vielerlei verschiedenen, zum Teil sehr künstlichen Schlössern können wir hier nicht weiter reden, sondern müssen uns auf die gewöhnlich bei den Zimmer- und Hausthüren vorkommenden beschränken, und zwar können wir sie auch nur ihrer Hauptsache und ihren Unterscheidungszeichen nach kurz beschreiben, weil uns eine Besprechung des inneren Mechanismus derselben viel zu weit führen würde.

Wesentlich voneinander unterschieden sind die deutschen und französischen Schlösser. Erstere haben einen hohlen Schlüssel, der auf einen Dorn paßt, und können mit diesem nur aufgeschlossen werden, indem der Schlußriegel des Schlosses von selbst vorschießt, sobald die Wirkung auf den Schlüssel aufhört. Nur bei den „verbesserten" deutschen Schlössern ist eine Sperrung angebracht, welche bei aufgeschlossenem Schlosse den Schlußriegel festhält, bis sie durch einen Druck gelöst wird. Diese Schlösser, welche außer dem Schlußriegel gewöhnlich auch noch einen Drücker haben, sind nicht mehr im Gebrauch und meistens durch die sogenannten französischen verdrängt.

Diese haben einen aus dem Vollen gearbeiteten vollen Schlüssel und können mit diesem auf- und zugeschlossen werden. Sie unterscheiden sich in Kastenschlösser, in eingelassene und in eingesteckte Schlösser. Bei den ersteren liegt der Mechanismus des Schlosses in einem viereckigen eisernen, oft mit Messingblech überzogenen und reich verzierten Kasten auf der Außenseite der Thür; bei den eingelassenen Schlössern ist dieser Kasten mit seiner ganzen Stärke in das Holz der Thür eingelassen, d. h. so vertieft, daß die äußere Decke desselben mit der Thüroberfläche bündig liegt. Diese letzteren Schlösser sind nur bei Schrank- oder Tapetenthüren u. s. w. und überhaupt nur bei Möbeln gebräuchlich.

Bei den eingesteckten Schlössern ist der Mechanismus derselben aber auf einen solch kleinen Raum beschränkt, daß er samt dem ihn umschließenden eisernen Kasten ganz in die Stärke des Thürholzes eingesteckt werden kann, so daß auf beiden Seiten der Thür nichts von dem Kasten zu sehen ist.

Zu jedem dieser Schlösser gehört noch eine Schließkappe oder ein Schließblech, der Teil nämlich, durch welchen der Schlußriegel, die Drückerfalle u. s. w. bei geschlossener Thür festgehalten werden. Die Schließkappe, nur bei Kastenschlössern gebräuchlich, bildet ebenfalls einen Kasten, der an der Thürbekleidung befestigt wird. Die eingesteckten Schlösser haben ein Schließblech, welches in dem Falz des Thürfutters eingelassen und durch Schrauben mit versenkten Köpfen festgehalten wird.

Ein französisches Schloß hat gewöhnlich einen dreifachen Mechanismus, den Drücker mit Falle, den Schluß- und einen Nachtriegel. Die durch den Drücker bewegte Falle ist entweder eine „hebende" oder eine „schießende". Die fallende fällt von oben in den Schließhaken und wird beim Öffnen der Thür durch den Drücker gehoben, die schießende dagegen bewegt sich in horizontaler Lage vorwärts in die für sie bestimmte Öffnung des Schließblechs und wird durch den Drücker beim Öffnen der Thür zurückgeschoben; die erstere wird durch eine Feder nieder-, die letzte durch eine solche vorgedrückt, so daß es möglich wird, die Thür durch das sogenannte „Zuschlagen" zu schließen, ohne den Drücker zu berühren.

Die Kastenschlösser können hebende oder schießende Fallen haben, und man giebt den ersteren den Vorzug. Die eingesteckten Schlösser haben aber gewöhnlich nur schießende Fallen, weil diese beim Zudrücken der Thür ganz in das Innere des Schlosses zurückgeschoben werden müssen.

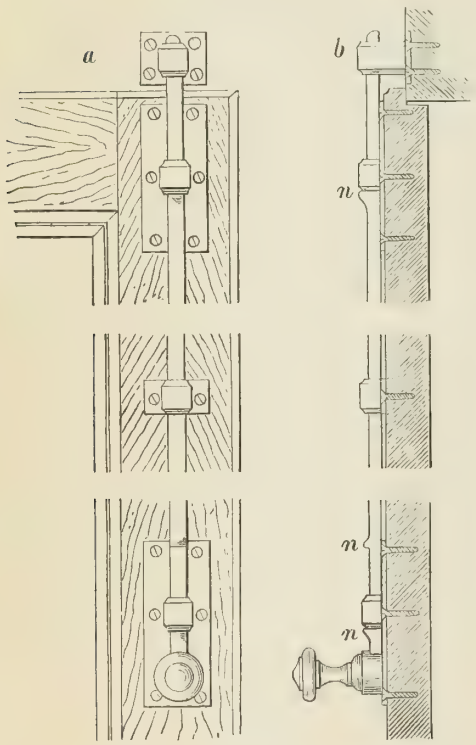
In Beziehung auf den Verschluß mittels des Schlüssels unterscheidet man ein-, zwei- oder dreitourige Schlösser, je nachdem der Schlußriegel durch eine ein-, zwei- oder dreimalige Umdrehung des Schlüssels ganz vor- oder zurückgeschoben wird. Die Nachtriegel bringt man in der Regel nur bei den Kastenschlössern an und sie werden durch einen, gewöhnlich an der Unterseite des Kastens vorstehenden Knopf einfach vor- und zurückgeschoben.

Bei Anbringung der Schlösser, besonders der eingesteckten, hat man darauf zu sehen, daß sie nicht auf den Kreuzungspunkt zweier Rahmstücke der Thüren treffen, weil hier durch die Verzapfung schon eine Schwächung des Holzes stattgefunden hat, so daß nach dem Einlassen des Schlosses die ganze Verbindung aufgehoben sein würde. Zur Befestigung müssen Holzschrauben, keine Nägel, genommen werden.

Zum Verschluß zweiflügeliger Thüren gehören außer dem Schloß noch zwei Riegel, Fig. 568, und zwar ein oberer langer Riegel a und b, sowie ein unterer kurzer Riegel c und d. Der obere Riegel, dessen Länge von

der Thürhöhe abhängt, endet unten in einem Knopf, wird durch drei Führungshülsen gefaßt und greift oben in die Schließkappe, die in Holz oder Stein, je nach Beschaffenheit der Überdeckung, befestigt ist. Die Führungen sind auf Unterlagblechen vernietet. Zwischen den beiden größeren Unterlagblechen und dem Riegel sind Federn angebracht, welche den Riegel in jeder gegebenen Stellung erhalten und ihn am Herabsinken verhindern. Damit der Riegel nicht weiter geschoben werden kann, als nötig ist, sind die Nasen n n angebracht.

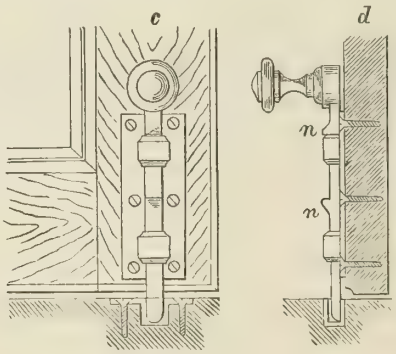
Fig. 568.



Der untere kurze Riegel greift in ein in die Schwelle eingelassenes Schließblech und ist im übrigen so beschaffen, wie der obere Riegel. Diese Verschlußvorrichtung wird an der innern Seite der Thür auf die Rahmen aufgesetzt und erhält eine Stärke, welche den Anforderungen an Sicherheit und Widerstandsfähigkeit zu entsprechen hat. Besser aussehend, insbesondere bei Zimmerthüren, ist die Anordnung des Kantenriegels. Unter Umständen kann auch dieser versteckte Riegel mehr Sicherheit gewähren, als der aufgesetzte. Die Kantenriegel werden auf der Kante, d. h. auf der die Stärke des Thürholzes bestimmenden Fläche eingelassen und durch ebenfalls vertiefte Knöpfe bewegt. Fig. 15 bis 16, Taf. 101 macht diese Einrichtung deutlich, und wir bemerken dazu nur noch, daß hinter jedem Riegel eine Feder angebracht werden muß, die ihn in seiner ihm gegebenen Stellung erhält, so daß er nicht von selbst herabfallen kann. Den Querschnitt der Kantenriegel macht man gewöhnlich rund, und faßt die Vertiefungen, in welche sie eingreifen, mit Blech ein. Die untere dieser Vertiefungen an der Thürschwelle füllt sich bei geöffneter Thür gern mit Staub, Sand u. s. w., weshalb man wohl eine Vorrichtung („Bodenfalle") dabei anbringt, die in einer durch eine schwache Feder bewegten Platte besteht, welche die Öffnung bei zurückgezogenem Riegel schließt. Der Mechanismus ist sehr einfach und seine Beschreibung mag dem mündlichen Vortrage vorbehalten bleiben. Statt der Riegel bringt man bei den zweiflügeligen Thüren auch den sogenannten Baskule-Verschluß an, wenn beide Flügel mit einem Male geöffnet werden sollen. Diese Einrichtung ist indessen dieselbe, welche bei den Fensterbeschlägen besprochen werden muß, weshalb wir dorthin verweisen.

Ebenso wird es keiner weiteren Worte über die gewöhnlichen Schubriegel, Vorlegstangen u. s. w. bedürfen. Diese Gegenstände sind so allgemein bekannt, oder man kann sich so leicht durch die Ansicht derselben überall informiren, daß wir uns nicht weiter dabei aufhalten und nur noch bemerken wollen, daß jeder Schubriegel auf ein Blech gesetzt und mit einer Feder zum Festhalten versehen werden sollte.

Im allgemeinen ist bei der Untersuchung der Schlosserarbeiten auf ein sauberes Aussehen der Arbeit zu halten, weil sich hieraus fast immer mit einiger Sicherheit auch auf eine präzise Arbeit schließen läßt. Die Kasten der Schlösser müssen rechtwinkelig und scharfkantig gearbeitet sein, die Drücker dürfen nicht zu viel Spielraum haben, sondern es müssen ihrer Bewegung die Fallen sogleich folgen. Die Federn müssen eine rege Elastizität und die gehörige Stärke zeigen, ohne daß sie zu große Reibung hervorbringen. Bänder und Haken, überhaupt alle Beschlagteile, die umgebogene Teile haben, dürfen in den Winkeln keine Risse und Sprünge zeigen, was, wenn es der Fall, ein Zeichen von zu „kaltem Schmieden" ist.



Noch soll bemerkt werden, daß, wenn man Fenster und Thüren etwa ohne Anstrich zu lassen beabsichtigt, man das Holzwerk derselben vor dem „Anschlagen" der Beschläge doch einmal wenigstens mit Öl tränken lassen muß, weil die Schlosser das Holz sonst sehr beschmutzen und diese schwarzen Flecke nicht wieder fortzubringen sind.

B. Die Fenster.

§ 1.

Allgemeines.

Der Zweck der Fenster ist Licht und Luft den Räumen zuzuführen. Dabei sollen sie gegen Wind und Regen undurchdringlich sein, fest schließen und sich aber doch leicht

öffnen lassen. Aus diesen Anforderungen, die man an ein gutes Fenster zu machen pflegt, erhellt schon die Schwierigkeit der Konstruktion, die auch noch nicht als ganz überwunden angenommen werden darf.

Damit das Fenster möglichst viel Licht durchlasse, sollen der undurchsichtigen Teile desselben möglichst wenige, d. h. das Holz soll schwach sein, dies widerstreitet aber der nötigen Festigkeit, die durch den Wind und die Bewegungen beim Öffnen in Anspruch genommen wird. Der dichte und feste Schluß derselben läßt sich durch komplizirte und viele Beschlagteile erreichen, aber diese sind wieder einem leichten und schnellen Öffnen entgegen. Schon aus diesen Gegensätzen ist ersichtlich, daß man keine der genannten Anforderungen an ein Fenster zu hoch spannen darf, sondern nur durch ein glückliches Abwägen der entgegengesetzten zum Ziele gelangen kann.

Die Fenster sind daher auch von jeher immer sehr verschieden angefertigt und werden auch jetzt noch, je nach dem besonderen Zwecke, verschieden angeordnet.

Die Größe der Fenster ist von der Größe der zu erleuchtenden Räume, von der Art dieser Erleuchtung und von den Verhältnissen der Fassade, in der die Fensteröffnungen eine so große Wirkung machen, abhängig. Doch kommen auch noch andere Umstände in Betracht, besonders bei den Fenstern der Wohnräume, die sich auf eine bequeme Benutzung beziehen, woraus sich Gewohnheiten gebildet haben, von denen man nicht wohl abgehen darf, so daß wir hier nicht wohl etwas allgemeines über die Abmessungen sagen können, sondern diese immer als gegeben betrachten müssen, weil uns die nähere Entwickelung der Gründe für die Form, Größe und Anzahl der Fenster hier zunächst nicht obliegt.

Was das *Material* zu den Fensterrahmen betrifft, so wird, da dieselben in der Regel dem Wetter sehr ausgesetzt sind, hartes Holz dem weichen vorgezogen, da jenes dauerhafter ist und sich auch die Beschlagteile daran sicherer befestigen lassen. Besonders nachteilig für die Fenster ist aber das Werfen und Krummziehen des Holzes, und diesem ist das Eichenholz mehr ausgesetzt, als ein gutes kerniges Nadelholz, besonders harzreiches Kiefernholz (pinus silvestris). Kann man daher kein geradwüchsiges, *spaltbares* Eichenholz haben, so dürfte das genannte Nadelholz den Vorzug verdienen. Zu den inneren sogenannten Winterfenstern nimmt man immer Nadelholz. Daß man bei Luxusbauten die Fenster schon von Mahagoni- oder Palisanderholz gemacht hat, soll hier nur beiläufig bemerkt werden, sowie daß diese Hölzer, nur als Fourniere aufgeleimt, von keiner großen Dauer sind. Besonderer Wert ist darauf zu legen, daß das zu den Fenstern verwendete Holz recht trocken ist.

Bezüglich der Fensterkonstruktionen aus Metall verweisen wir auf den 3. Band dieses Werkes. Die Fenster werden fast immer mit einem dreimaligen Ölfarbanstrich versehen, um ihnen ein besseres Ansehen und mehr Dauer zu geben. Nun ist es aber zweckmäßig, besonders eichene neue Fenster anfänglich nicht anzustreichen, sondern nur ein- oder zweimal mit Leinöl zu tränken und zu firnissen, wodurch das Holz seine angenehme natürliche Farbe behält und doch gegen die Einwirkungen der Nässe geschützt wird. Ein anderer Vorteil ist dabei noch der, daß, wenn das Holz mit der Zeit zusammentrocknet und dann nach einigen Jahren seine schöne braune Farbe verliert und man dem Fenster nun einen Farbanstrich giebt, die Falze dann wieder dichter schließen, da der Ölfarbüberzug doch immer eine gewisse Dicke hat. Wollte man gleich anfänglich die Falze anstreichen, so müßte man bei dem Quellen der Fenster, welches bei neuen Gebäuden im ersten Winter immer einzutreten pflegt, den Falzen bald mit dem Hobel „nachhelfen" und bei dem späteren Eintrocknen würde man dann undichte Fenster bekommen, welcher Nachteil durch das angedeutete Verfahren verringert werden kann. Man sollte daher auch tannene Fenster anfänglich in den Falzen nur mit Öl tränken, nicht förmlich „dreimal gut mit Ölfarbe anstreichen".

Das *Glas* setzen wir aus der Baustofflehre als bekannt voraus und bemerken nur, daß man grünes, halbweißes, weißes und Spiegelglas unterscheidet. Letzteres wird namentlich in großen Dimensionen bei den Schaufenstern der Verkaufsläden verwendet und muß in den Fabriken besonders bestellt werden.

Wir unterscheiden die Fenster nach der Art der Beweglichkeit derselben in *Flügelfenster* und *Schiebfenster*. Solche Fenster dagegen, die unbeweglich sind, wie die Schaufenster der Verkaufsläden, werden *Stillstände* genannt.

§ 2.

Die Flügelfenster.

Die allgemeinste Verwendung finden unstreitig die Flügelfenster, welche ihrer Konstruktion nach auch die schwierigsten sind.

Die Zahl der Flügel ist nicht fest bestimmt, es giebt ein-, zwei-, vier- und sechsflügelige Fenster; jedoch ist die bei weitem größte Zahl aller Fenster vierflügelig, und wir wollen ein solches unserer Betrachtung zu Grunde legen, weil sich alsdann die Regeln für eine andere Zahl von Flügeln leicht von selbst ergeben werden.

Ein solches Fenster besteht aus dem *Fensterrahmen*, auch *Fensterfutter*, *Futterrahmen* genannt, und den *Flügeln*, welch letztere in ersterem ihre Befestigung finden.

Nach der älteren Bauweise wurde der Rahmen durch ein sogenanntes Fensterkreuz, welches mit demselben fest verbunden war, in vier gleiche Teile geteilt, so daß vier gleiche Fensterflügel entstanden, die an dem Rahmen beweglich, geschlossen ihre Befestigung an dem Kreuze erhielten. Hierbei teilte der horizontale Arm des Fensterkreuzes, das sogenannte Loosholz, das Fenster der Höhe nach in zwei gleiche Teile, und dies hat den Nachteil, daß das Loosholz bei nicht sehr hohen Fenstern die Gesichtslinie durchschneidet und auch in der Ansicht des Fensters ein gedrücktes Verhältnis hervorruft. Man hat daher in neuerer Zeit allgemein dies Loosholz mehr in die Höhe gerückt, und zwar so, daß die unteren Flügel etwa die dreifache Höhe der oberen erhalten, wodurch das Fenster in der Fassade ein viel schlankeres Höhenverhältnis erlangt. Hierdurch werden aber die unteren Flügel sehr hoch und dies verringert die Festigkeit derselben und erfordert kompliziertere Beschläge, was als ein Nachteil dieser Art der Teilung angesehen werden kann.

Die Fensterflügel können ferner entweder nach außen oder nach innen aufschlagen, und beides hat seine Vor- und Nachteile. Schlagen die Flügel nach außen auf, so können die Fugen leichter gegen das Eindringen des Regens geschützt werden, weil nun die unteren horizontalen Falze, in welche die Flügel einschlagen, von außen nach innen steigend angenommen werden können. Die geöffneten Flügel erfordern aber besondere Beschlagteile, die sogenannten Sturmstangen, um vom Winde nicht zertrümmert zu werden, und starken Stürmen gelingt dies doch oft genug. Auch kann man die Flügel nicht so fest in die Falze hineinziehen, als man sie hineinzudrücken vermag, wenn sie nach innen sich öffnen; was sich in diesem Falle durch die zum Verschluß bestimmten Beschlagteile sehr kräftig bewirken läßt. Man hat daher die Vorteile der nach innen aufschlagenden Fensterflügel als überwiegend anerkannt und konstruirt daher nur selten noch und in ganz besonderen Fällen andere. Wir wollen daher auch nur solche Fenster näher betrachten, deren Flügel nach innen aufschlagen, zumal die Grundsätze der Konstruktion ganz dieselben bleiben.

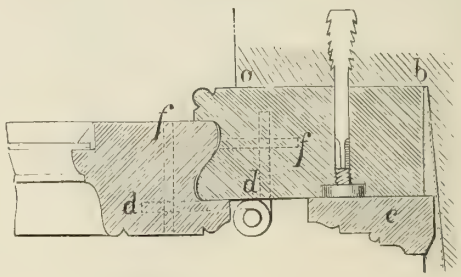
Der horizontale Arm des Fensterkreuzes oder das Loosholz wird unter allen Umständen fest mit dem Fensterrahmen verbunden, und zwar durch Verzapfung und Überblattung, indem es stärker ist, als das Rahmholz und nach außen vorsteht. Anders ist es aber mit dem vertikalen Arme des Fensterkreuzes, dem Mittelpfosten. Dieser kann ebenfalls mit dem Rahmen fest verbunden oder auch beweglich sein, und man unterscheidet hiernach Fenster mit „feststehendem“ oder „aufgehendem“ Mittelpfosten.

Die erstere Anordnung hat den unbestreitbaren Vorteil der größeren Solidität und Festigkeit und erlaubt einfachere und doch sehr sicher schließende Beschläge, hat aber für die Benutzung des Fensters die Unbequemlichkeit, daß bei geöffneten Flügeln das Fensterlicht doch nicht ganz frei wird, sondern der Breite nach geteilt erscheint; auch erfordert der feststehende Mittelpfosten mehr Holz in der Mitte des Fensters und vermindert die Licht gebende Fläche. Man hat deshalb die aufgehenden Pfosten, besonders bei den Fenstern der Wohnräume, vorgezogen, oder vielmehr die Fensterflügel, ähnlich wie die zweiflügeligen Thüren, mit Schlagleisten konstruirt. Was hierdurch an Bequemlichkeit und Annehmlichkeit gewonnen wird, geht aber unzweifelhaft an Einfachheit und Solidität verloren, und man sollte daher da, wo die ersteren Eigenschaften ohne Nachteil geopfert werden können, wie bei allen unbewohnten Räumen, die feststehenden Pfosten beibehalten, und so auch bei den oberen Flügeln der Fenster in den Wohnräumen, weil sie hier in der That nicht hindern und diese Flügel auch nur selten geöffnet werden.

Der feststehende Mittelpfosten wird, wie das Loosholz, mit der innern Seite bündig mit dem Rahmen durch einen ganz durchgehenden Blattzapfen verbunden und mit dem Loosholze überblattet.

Der Fensterrahmen erhält zur Breite die des Fensteranschlags von 7—8 cm, wenn ersterer mit der Leibung der Fenstergewände bündig ist, wobei am meisten Licht gewonnen wird. Tritt er aber, wie dies gewöhnlich geschieht, um 2—3 cm in das Fensterlicht, Fig. 569, dann vergrößert

Fig. 569.



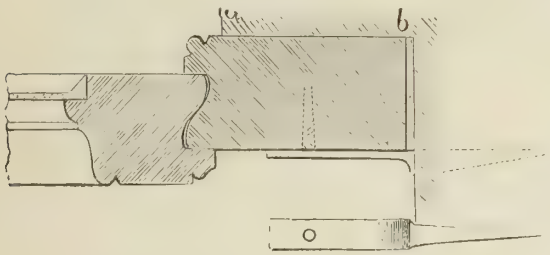
sich seine Breite um diesen Vorsprung. Was seine Stärke betrifft, so wird sie teils schwächer, teils ebenso stark wie die der Flügelrahmen angenommen. Da die Futterrahme die Falze für die Fensterflügel erhält, und an ihr die Beschlagteile teilweise befestigt werden müssen, so dürfte die geringste Dicke 3 cm betragen, welche sich bei großen Fenstern bis auf 6 cm steigern kann.

Das Fensterfutter muß gut befestigt werden, da sich an ihm die Fensterflügel anschlagen. Diese Befestigung an der Anschlagfläche a b des Gewändes, Fig. 569, geschieht am besten mittels sogenannter Steinschrauben, welche an einem Ende aufgehakt sind und 5—7 cm in den Stein eingreifen und eingegipst werden, während sie am andern Ende mit einer runden Schraubenmutter versehen sind,

welche in die Rahme versenkt wird. Bei einer Fensterhöhe von ca. 2,10 m werden mindestens drei solcher Steinschrauben längs der Gewände angebracht. Die Deckleiste c, welche die Schraubenmuttern verdeckt, trägt zwar zu einem besseren Ansehen bei, jedoch kann sie auch entbehrt werden.

Eine wohlfeilere, aber auch weniger gute Befestigungsweise der Futterrahme ist die mittels Bankeisen, Bankstifte, welche in Fig. 570 von vorn und von der Seite gesehen gezeichnet sind. Diese Bankstifte werden in die Fugen des Mauerwerks eingetrieben und pressen die Futterrahme gegen den Anschlag ab des Gewändes. Sie können mittels einer Holzschraube mit der Futterrahme verbunden werden, was übrigens sehr oft unterlassen wird. Auf eine Länge der Futterrahme von ca. 2,1 m werden vier Bankeisen durchschnittlich angeordnet, wonach man, wenn in der Nähe der Sturzmitte ein Bankeisen vorkommt, neun Stück solcher Eisenstifte erhält. Da die Anschlagfläche ab des Gewändes nicht immer genau eben gearbeitet ist, so wird auf dieselbe eine dünne Schicht von Kalkbrei mit Kuhhaaren

Fig. 570.



vermengt aufgezogen und hierauf die Futterrahme an das Gewänd fest angedrückt. Den bei a hervorquillenden überflüssigen Haarkalk zieht man mit der Kelle ab.

Bei Fig. 569 sind mit dd die beiden Lappen des Fischbandes bezeichnet, wovon der eine in die Futterrahme, der andere dagegen in die Flügelrahme eingelassen ist, welche durch die Stifte ff befestigt werden.

An der Futterrahme finden die Rahmen der Fensterflügel ihren Anschlag. Die Stärke des Rahmholzes wird mindestens der der Futterrahme gleich gemacht; dies giebt bei gewöhnlichen Fenstern von 2,8—2,10 m Höhe 36—40 mm, und bei höheren 45—60 mm, während die Breite des Rahmholzes 5—8 cm beträgt. Die Verbindung an den Ecken findet statt mit Schlitzzapfen und hölzernen Nägeln. Die Verbindung mit den Futterrahmen ist nicht überall gleich und geschieht längs der Richtung der Gewände mittels des S Falzes, hingegen am obern und untern Teil der Rahme und nach dem Kämpfer mittels des einfachen oder doppelten geraden Falzes. Der S Falz ist in den Fig. 569 und 570, sowie in Fig. 4, Taf. 103 dargestellt und hat den Zweck, das Werfen der vertikalen, längs der Futterrahme gehenden Flügelrahmen zu verhindern. Die Doppelinien deuten den Spielraum an, welchen man dem Falz zu geben hat, damit das Holz ohne Nachteil quillen kann.

Das Holz der Flügel läßt man um ein Drittel seiner Stärke innerhalb vor der Fläche des Rahmens vorstehen und macht die Falze selbst etwa 2 cm tief.

Ein bei Wohnhäusern gebräuchliches, vierflügeliges Fenster ist auf Taf. 103, Fig. 1—9, und zwar die Profile Fig. 4—8 in halber, Fig. 9 in ein Viertel wahrer Größe dargestellt. Bei den unteren Flügeln ist ein Sprossen, welcher in die Höhe der Gesichtslinie zu liegen gekommen wäre, weggelassen, um eine ungehinderte Aussicht zu haben, während man bei noch eleganteren Konstruktionen auch den untern Sprossen fehlen läßt und Spiegelscheiben anordnet. Das Vorfenster, Winterfenster, ist nach außen aufgehend angenommen, wie dies hier in Karlsruhe Gebrauch ist, weshalb die Gewände bei a mit einem Falz versehen sind. Auch ist die Anordnung der inneren Läden, „Nachtläden", auf unserer Zeichnung ersichtlich.

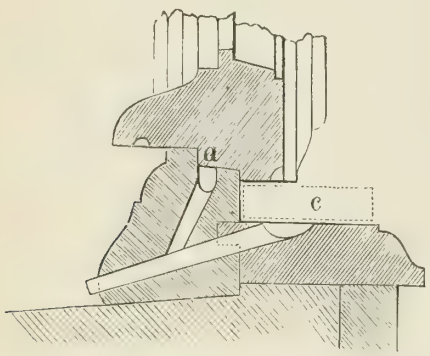
Was zunächst Fig. 8 oder den Schnitt nach hi anlangt, so ist daraus das Profil des untern Teils der Futterrahme zu entnehmen, welche von b an nach außen verstärkt ist und welcher Teil sich zwischen die beiden Gewände, Fig. 3, einspannt. Der Zweck dieser Verstärkung ist hauptsächlich Sicherung des unteren Teils der Rahme gegen das Werfen und Verziehen, da er nicht wie die übrigen Teile der Futterrahme mittels Steinschrauben oder Bankeisen festgehalten wird. An den schrägen Falz der Futterrahme schlägt das untere Rahmholz des Fensterflügels, welches stärker gemacht wird, als die übrigen Rahmstücke, damit der Wasserschenkel, Wetterschenkel c gebildet werden kann, der mit einer Wassernase versehen die Aufgabe hat, das Regenwasser abzuleiten. Mittels der schiefen Ebene de kann der Flügelrahmen leicht in den Falz der Futterrahme eingedrückt werden. In letztere zapft sich das Simsbrett ein, welches zur Aufnahme des sogenannten Schwitzwassers und des bei Schlagregen durch die Fensterfugen getriebenen Regenwassers mit einer Rinne versehen ist, deren tiefster Punkt sich in der Brettmitte befindet, woselbst ein Blechröhrchen die Ableitung des Wassers in ein Blechkästchen vermittelt. Der Raum, in welchem das Kästchen zu liegen kommt, muß mit Blech ausgefüttert sein, damit bei etwaigem Überlaufen des Behälters kein Wasser hinter die Lambris dringen kann.

Die Ableitung des Wassers nach außen ist in den Fig. 571—572 angegeben und besteht darin, daß aus der Futterrahme bei a oder aus dem Kämpfer bei b eine Rinne ausgehobelt wird, welche nach der Mitte zu wie die Rinne des Simsbrettes Gefäll hat, wo dann das durch den Wind eingetriebene Regenwasser, sowie das Schwitzwasser mittels Blechröhrchen fortgeführt wird. Oft wird auch ein Blech-

behälter c, Fig. 571, zur Aufnahme des Wassers angebracht, dessen Länge gleich der Fensterbreite ist und dessen Boden nach einer Seite Gefäll hat, wo das Wasser mittels eines Hahnes abgelassen werden kann.

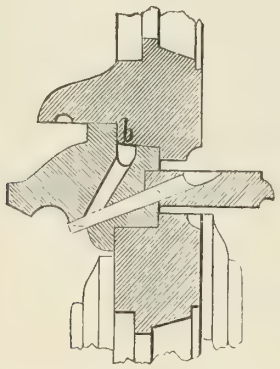
Fig. 6 zeigt im Profil den obern Teil des untern Flügels, sowie den untern Teil des obern Flügels mit Wasserschenkel und den Kämpfer, welcher eine um f g über

Fig. 571.



die Futterrahme vortretende Verstärkung erhält. Dieser Kämpfer ist mit dem obern Teil der Futterrahme durch einen Pfosten m, Fig. 9, verbunden, an welchen die oberen Flügel anschlagen. Ein solcher Mittelpfosten fehlt aus schon

Fig. 572.



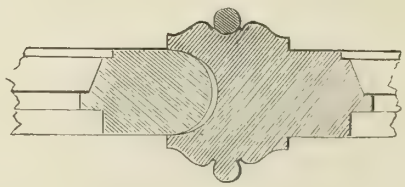
erwähnten Gründen den unteren Flügeln, deren mittlere Rahmen sich nach Fig. 5 überfälzen und an beiden Seiten zur Deckung der Fugen mit Schlagleisten versehen sind, welche entweder mit den betreffenden Rahmstücken aus einem Holz gearbeitet, oder wohlfeiler, nur aufgesetzt und aufgeschraubt sind. Die ganze Breite der beiden Rahmhölzer zusammen beträgt 10—12 cm, die Breite der Schlagleisten 4—6 cm bei 15—25 mm Dicke.

Bei großen Fensterflügeln bildet die einfache oder doppelte Fälzung nicht genug Sicherheit gegen das Verziehen des Holzes, weshalb man für die mittleren Rahmhölzer eine Verbindung nach Fig. 573 wählt, welche man „Wolfsrachen“ nennt. Es ist dies eine Verspundung, mittels welcher eine gegenseitige Absteifung der beiden Hölzer stattfindet.

Die Sprossen Fig. 7 werden meist schwächer als das Rahmholz, ja sogar oft von Messing hergestellt, wenn sie möglichst wenig bemerkt werden sollen. Zu den Holzsprossen von 25—30 mm Stärke muß unbedingt gespaltenes und kein gesägtes Holz verwendet werden, da bei letzterem die Holzfasern häufig durchschnitten sind. In Fig. 2, Taf. 103 bedeutet m ein Klötzchen zur Befestigung der Brustlambris, während zu gleichem Zweck in die Fensterbank zwei Dübel n in die schwalbenschwanzförmig gebildeten Löcher eingetrieben werden. Die Fensternische ist mit einer Verkleidung umrahmt, welche den Thürverkleidungen entsprechend behandelt wird.

Unser Klima ist zu rauh, als daß wir uns mit einem einfachen Fenster, wie eben beschrieben, auch wenn es gut und tadellos angefertigt ist, begnügen könnten, und es sind sogenannte „Winter-, Vor- oder Doppelfenster“ nachgerade ein allgemeines Bedürfnis für bessere Wohnräume geworden.

Fig. 573.



Das äußere bleibende Fenster wird in der Regel dichter und solider hergestellt, als das wandelbare Winterfenster, weshalb dies auch stets hinter jenem angebracht werden sollte, wie dies in Norddeutschland allgemein geschieht, und nicht vor demselben, welche Übung man häufig in Süddeutschland hat. Durch letztere Anordnung wird der Zweck, einen möglichst dichten Verschluß zu gewähren zur Abhaltung von Kälte und Luftzug, nicht in dem Maße erfüllt, wie ihn das äußere stabile Fenster zu erfüllen vermag. Auch wird das Aus- und Einsetzen des Winterfensters, wenn es von innen geschieht, ungemein erleichtert, was bei großen Fenstern, insbesondere in oberen Stockwerken, mit großer Schwierigkeit verbunden ist, wenn es von außen geschehen soll.

Sitzt das Winterfenster hinter dem andern, so müssen beide nach innen aufschlagen (wenn das äußere nach innen schlägt, wie wir voraussetzen), und zwar die Flügel des äußern durch die des innern hindurch, wie dies auf Taf. 104 erklärlich ist. Dies geht auch sehr wohl an, da ja überhaupt zu der Zeit, während welcher man die Winterfenster benutzt, ein Öffnen nur selten stattfindet. Den Vorteil freilich, einen Flügel des äußeren Fensters offen zu haben, während das innere ganz geschlossen ist, muß man aufgeben, doch kann man ja leicht eine oder zwei Scheiben des äußern Fensters als kleine, nach außen zu öffnende Flügel gestalten, was außerdem bei großen Fenstern häufig geschieht,

um beim Lüften nicht nötig zu haben, den ganzen Flügel zu öffnen.

Wenn beide Fenster dicht schließen, so bildet die zwischen ihnen eingeschlossene ruhige Luftschicht einen schlechten Wärmeleiter, was zur Warmhaltung der Zimmer bedeutend beiträgt. Deshalb darf der Zwischenraum zwischen beiden Fenstern nicht zu klein sein; jedenfalls muß er aber soviel Platz gewähren, daß die Beschlagteile des äußern Fensters, welche innerhalb vorstehen, hinreichend Platz finden; 8 bis 10 cm lichte Entfernung zwischen den Rahmhölzern dürfte ein angemessenes Maß sein. Zu groß darf der Zwischenraum aber auch nicht werden, weil sonst das Hinaussehen aus dem Fenster zu sehr erschwert wird, auch eine zu große Verdunkelung des Zimmers eintritt, ein Nachteil, den die doppelten Fenster haben und der wenigstens nicht noch verschlimmert wird, dadurch, daß die Scheiben des äußern Fensters, wenn das innere geschlossen gehalten wird, selbst bei großer Kälte, weder gefrieren noch anlaufen.

Die Konstruktion dieses innern Fensters ist dem des äußern ganz gleich, nur muß das Loosholz schmäler werden, damit die oberen äußeren Flügel darüber hinweg schlagen können, und die Wasserschenkel bleiben an dem innern Fenster fort, Fig. 3 und 6, Taf. 104.

Nach dem Gesagten werden wir zu Taf. 104 nicht mehr viel beizufügen haben.

Fig. 1 zeigt das äußere Fenster, welches das innere Fenster oder Winterfenster deckt. Die Profile zu beiden Fenstern sind nach den in Fig. 1 bezeichneten Durchschnittslinien in den Fig. 2—7 dargestellt. Da die Teile a der Falze Fig. 3 und 6 leicht abgetreten oder wenigstens abgestumpft werden, so sind hier schmiedeeiserne Stäbe an der Futterrahme und dem Kämpfer befestigt, wodurch der präzise Anschlag der Flügel für immer gesichert bleibt. Da bei Fig. 3 eine Sohlbank mit Zementputz gedacht ist, an welche sich die Futterrahme anschließt, so ist dieselbe mit Zinkblech b derart abgedeckt, daß die Fuge c gegen das Eindringen des Regens geschützt bleibt. Bei Fig. 4 sind auch die zum Verschluß der Flügel dienenden Griffe, nebst den in die Rahmen versenkten Schiebstangen, welche auch nach Fig. 8 in der ausgehöhlten Schlagleiste liegen können, angegeben. Der Kämpfer s des Winterfensters, Fig. 6, ist aus Eisen als T-Schiene gedacht, da er aus Holz in dieser Stärke zu schwach geworden wäre; eine größere Stärke hingegen kann ihm nicht gegeben werden, indem sonst die Flügel des äußern Fensters nicht geöffnet werden können, was die horizontal gestrichelten Linien andeuten.

Die inneren Läden sind „gebrochen", d. h. sie bestehen auf jeder Seite des Fensters aus zwei Teilen f und g, welche durch Scharnierbänder miteinander verbunden sind. Die Leibung der Fensternische ist mit einem gestemmten Rahmwerk d verkleidet.

Das hier gezeichnete Winterfenster wird im Sommer ganz ausgehoben und ist alsdann nur der ringsum laufende Falz für dasselbe sichtbar. Gegen diesen Falz wird das Winterfenster durch (etwa vier) kleine Einreiber befestigt, welche in passende, mit einem eingelassenen Blech umschlossene, schmale Öffnungen in dem Futter eingreifen. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Kosten der Winterfenster einigermaßen wieder ausgeglichen werden durch die Ersparnis an Brennmaterial.

Nachdem wir das vierflügelige Fenster mit Winterfenster und inneren Läden kennen gelernt haben, ist noch zu erwähnen, daß man, durch die Fortschritte in der Glasindustrie aufgemuntert, bei eleganteren Häusern am Fenster, Fig. 1, Taf. 104, nicht nur die Sprossen, sondern auch die Teilung der Lichtöffnung über dem Kämpfer fallen läßt, wodurch ein dreiflügeliges Fenster entsteht, welches mit drei Scheiben, aus $^{6}/_{4}$ Glas oder schöner aus Spiegelglas bestehend, verglast wird. Dies ändert jedoch an der Konstruktion des Fensters weiter nichts, dagegen giebt es eine Änderung im Beschlag, wie wir später sehen werden, indem der obere Flügel beim Öffnen sich nicht seitlich, sondern abwärts bewegt.

Nun noch einige Worte über die Verglasung.

Die Fensterflügel bieten, soweit wir sie jetzt kennen, der Verglasung nur eine einfache Umrahmung dar, und diese muß man noch teilen, um die einzelnen Scheiben befestigen zu können. Diese Teilung geschieht nun entweder durch Holz oder durch Blei. Ersteres giebt die sogenannten Sprossen-, letzteres die Fasenfenster, welch letztere man auch in „Blei verglaste Fenster" nennt. Die hölzernen Teilungen oder Sprossen werden gewöhnlich nur in horizontaler Richtung angebracht und heißen dann Quersprossen. Sie sind entweder schwächer oder so stark wie das Flügelholz, in der Breite aber möglichst beschränkt, doch dürften 2 cm das geringste Maß sein.

In den Sprossenfenstern erhalten die Glasscheiben ihre Befestigung durch Kitt, eine Mischung aus Leinöl und Kreide, und das Flügelholz sowie die Sprossen erhalten dazu außerhalb den sogenannten 10 mm tiefen Kittfalz, gegen welchen sich die Glasscheiben stützen. Der Kittfalz muß außerhalb angebracht werden, damit der Sturm die Scheiben nur fester in den Falz drücken, nicht aber aus demselben herauswerfen kann. Jede Scheibe wird außerdem noch mit wenigstens acht Drahtstiften vor dem Verkitten befestigt, was besonders bei Verwendung von Spiegelscheiben nötig ist. Die Quersprossen werden mit möglichst langen Zapfen in dem Flügelholze befestigt und erhalten hierdurch auch einen hinlänglichen Halt, weil sie im ganzen keiner großen Gewalt ausgesetzt werden.

Sollen aber auch Vertikalsprossen angebracht werden, so müssen diese mit den Quersprossen in den Kreuzpunkten

verbunden werden, was immer Schwierigkeiten macht. Man kann diese Verbindung durch Überblattung oder Verzapfung bewirken, und ersteres dürfte vielleicht den Vorzug verdienen.

Bei den Fasefenstern, einer älteren Konstruktion, erhält das Flügelholz zur Aufnahme der Verglasung eine Nut und wird, wie dies Fig. 574 zeigt, von beiden Seiten abgefast, die Quersprossen aber werden aus sogenanntem Fensterblei gefertigt, welches ebenfalls seinen Halt in der Nut des Flügelholzes findet. Bei dieser Art der Verglasung wird gewöhnlich kein Kitt verwendet, und man sieht leicht ein, daß das an den Scheiben herunterlaufende Wasser sehr bald einen Weg in die Nut findet und das Verfaulen des Holzes dadurch ungemein beschleunigt, weshalb diese Fenster schon aus diesem Grunde selten mehr im Gebrauch sind, abgesehen davon, daß jedesmal, wenn eine neue Scheibe eingesetzt werden soll, der Flügel auseinander genommen werden muß.

Fig. 574.

Nach dem Vorgetragenen haben wir drei- und vierflügelige Fenster kennen gelernt, und es dürften daher ein- und zweiflügelige Fenster ohne weitere Erläuterung konstruirt werden können. Dagegen hätten wir uns noch mit denjenigen Fenstern zu beschäftigen, deren Dimensionen, der Größe der zu erhellenden Räume entsprechend, weit über das gewöhnliche Maß hinausgehen, wie solche heutzutage so häufig bei den Sälen der verschiedensten Gebäudegattungen vorkommen. Man hat hier zunächst die Aufgabe, die großen Lichtöffnungen in einer Weise zu teilen, durch ein Gerippe von eisernen oder hölzernen Pfosten und Riegel, daß passende Dimensionen für die einzelnen Fensterteile erzielt werden. Meistens wird das Fensterlicht durch zwei feststehende Pfosten geteilt, wobei das „dreiteilige" Fenster entsteht. Ein solches zeigt Taf. 105, Fig. 1—3, welches sich am Sitzungssaal des von Baudirektor Helbling erbauten Gebäudes für die Generaldirektion der badischen Staatseisenbahnen in Karlsruhe befindet.

Die 2,2 m breite und circa 5 m hohe Lichtöffnung ist durch zwei Pfosten, ein stärkeres und schwächeres Kämpfergesims, in sieben kleinere Lichtöffnungen zerlegt, welche durch Fensterflügel von verschiedener Größe, Form und Sprossenteilung geschlossen sind. Sämtliche Flügel sind nur mit Vorreiber eingesetzt, damit sie behufs Reparatur und Reinigung leicht herausgehoben werden können, mit Ausnahme des quadraten Flügels A, welcher zum Zweck des Lüftens um seine horizontale Achse drehbar teilweise herabgelassen werden kann. Ebenso kann die Scheibe B des mittlern untern Flügels, welche mittels eiserner Rahme gefaßt und in die Holzsprossen eingepaßt ist, zum Lüften seitlich geöffnet werden. Konstruktiv Neues haben wir nicht zu verzeichnen und wird das übrige durch die erforderlichen Durchschnitte hinlänglich erklärt.

Wie schon erwähnt wurde, können die Verbindungen der Fensterflügel mit der Futterrahme wie auch unter sich niemals ganz dicht hergestellt werden, sondern es ist immer etwas Spielraum zu lassen, damit das Holz als hygroskopischer Körper sich ausdehnen, „quillen" kann. Darunter leidet aber nicht allein der luftdichte Verschluß der Fenster, sondern auch die Dichtigkeit gegen das Eindringen des Regenwassers. Um diesem Übelstand zu begegnen, wurden schon viele Mittel versucht, welche meistens darin bestehen, daß weiche elastische Stoffe, als Leder, Filz, Guttapercha u. s. w. in Form schmaler Streifen oder Röhrchen in die Falze gebracht und mit feinen Stiften entweder an den Flügel- oder Futterrahmen befestigt werden. Diese Stoffe füllen die in den Falzen nötigen Zwischenräume, und erlauben vermöge ihrer leichten Preßbarkeit dem Holze, sich auszudehnen. Eine derartige Dichtung hatten wir der Deutschen Bauzeitung, Jahrg. III, benannt „Das Siering'sche Fenster", entlehnt und in der 4. Auflage dieses Bandes aufgenommen.

Dieses Dichtungsverfahren scheint jedoch wenig Nachahmung gefunden zu haben, weshalb Hoftischler Siering in Berlin in obenerwähnter Zeitschrift von 1878, S. 165 einen „verbesserten Fensterverschluß" veröffentlichte, wie er in Fig. 575 im Grundriß und Fig. 576 im Längendurchschnitt dargestellt ist. Dabei ist für die Fensterkonstruktion das Prinzip verfolgt, den Falzen ringsum soviel Spielraum zu geben, daß ein späteres Nachpassen der Flügel vermieden wird. Die verbleibenden Undichtheiten werden durch Einlegen von Filzstreifen ff beseitigt, deren Breite und Lage so angenommen wird, daß beim Dehnen und Schwinden des Flügels immer noch volle Deckung des Falzes vorhanden bleibt. Die Filzstreifen bedürfen einer besonderen Präparirung, sowohl um dauernd elastisch, als um gegen das Eindringen von Nässe geschützt zu bleiben.

Auf die Oberkante des Loosholzes und des untern Rahmens sind Eisenschienen gelegt, teils um die so häufig — oft schon während des Baues — vorkommenden Beschädigungen zu verhüten, teils um einen dichten Schluß gegen die Filzlage herbeizuführen, welch letztere, um zu verhindern, daß bei geöffnetem Flügel das Regenwasser direkt über den Filz läuft, an diesen Stellen nicht in den Rahmen, sondern in den Flügelfalz gelegt wird. Vor den erwähnten Schienen wird eine lotrechte Sturmschiene s aufgesetzt, die das Eintreiben des Regens in die Unterfalze verhindern soll; außerdem ist auch der Unterfläche des Wetterschenkels ein Gefäll nach außen gegeben.

Sollen Doppelfenster angeordnet werden, so läßt man diese auf den äußeren gedichteten Fenstern in gleicher

Weise anschlagen, wie unsere Figuren zeigen, so daß beide Fenster einen gleich dichten Verschluß haben, welche eine ruhige Luftschichte zwischen sich einschließen, welche gegen

Fig. 575.

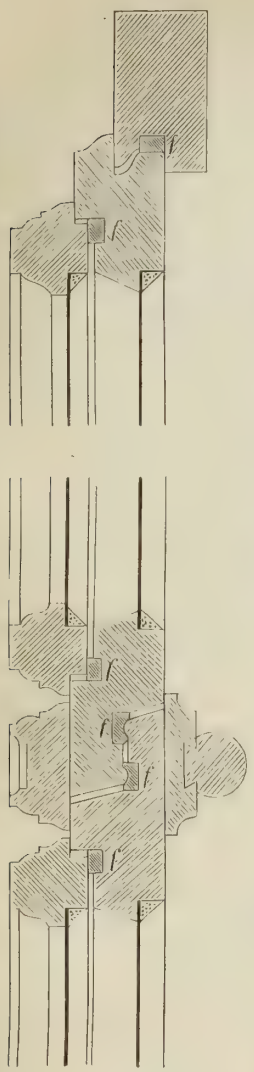


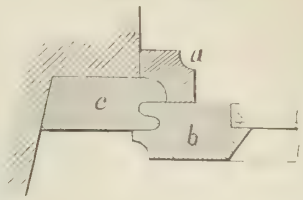
Fig. 576.

Bildung von Kondensationswasser und Eis auf den Scheiben schützt. Hierzu sei bemerkt, daß nicht die Anordnung der Doppelfenster, sondern nur die Art ihrer Dichtung als neu angesehen werden soll.

Was den Beschlag der Fenster betrifft, so soll derselbe aus einem verbesserten Baskule bestehen und sollen die Bänder derart gearbeitet sein, daß die Flügel beim Schließen etwas eingepreßt werden.

Wenn der Wind den Regen mit Heftigkeit gegen die zwischen Futter- und Flügelrahme c und b bestehende Fuge, Fig. 577, treibt, so dringt in der Regel bei Fenstern, welche der besonderen Dichtungsmittel entbehren, Wasser in diese Fuge, welches auf dem Simsbrett zum Vorschein kommt.

Fig. 577.



Diesem Übelstande kann mittels der Leiste a, Fig. 577, welche mit der Flügelrahme b fest verbunden ist, entschieden abgeholfen werden. Die Leiste sieht zwar nicht schön aus, aber sie erfüllt ihren Zweck vollkommen.

§ 3.

Schiebfenster.

Während die Flügel der bisher betrachteten Fenster sich bei der Bewegung um eine Achse drehen, findet beim Schiebfenster eine vollständige Ortsveränderung bei seiner Bewegung statt. Die zu öffnenden Teile „Schieber" bewegen sich entweder vertikal aufwärts oder horizontal seitwärts. Die Fenster mit vertikal verschiebbaren Schiebern, Taf. 106, Fig. 1—9, sind gewöhnlich der Höhe nach in zwei gleiche Teile geteilt, und kann der untere Teil hinter den obern in die Höhe geschoben werden, weshalb er seitwärts in Nuten läuft und durch Gegengewichte balancirt werden kann. Dies ist hier nicht der Fall, wo der Schieber stets vollständig hinaufgeschoben werden muß, um durch eine vorspringende Federfalle gehalten zu werden. Steht der obere Teil des Fensters ganz fest, so ist die Reinigung desselben sehr beschwerlich, und ebenso muß der Schieber, wenn er auf der äußern Seite gereinigt werden soll, ganz herausgenommen werden. Bei Fig. 1, Taf. 106, besteht das Fenster aus zwei Hälften, welche mittels Vorreiber befestigt sind und daher leicht abgenommen werden können. Unter sich sind sie verspundet, wie Fig. 7 zeigt, wodurch das Werfen eines Fensterteils verhindert wird. Am untern Teil des Fensters ist der mit einem Aufziehknopf versehene Schieber angebracht, welcher sich in zwei ausgenuteten Leisten bewegt, Fig. 3 und Fig. 6. Bei Fig. 6 ist der Rahmen des Schiebers zur Verminderung der Reibung etwas ausgehöhlt. Das übrige erklären die Figuren. Diese höchst einfache Schiebfensterkonstruktion ist mit geringer Änderung an dem 1834 erstellten Gebäude der technischen Hochschule in Karlsruhe ausgeführt.

Die einfachste Herstellung von Schiebfenstern wird wohl darin bestehen, daß man die Futterrahme durch ein Sprossenwerk teilt und verglast, mit Ausnahme desjenigen Teils, welcher durch den Schieber gedeckt werden soll, wie dies die Fig. 578 und 579 erklären. Der Ausschnitt a am Rahmen des Schiebers Fig. 579 ist zur Verminderung der Reibung angebracht.

Fig. 578.

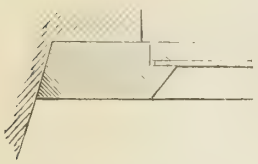
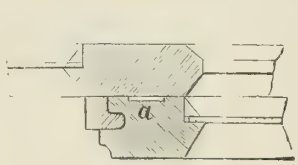


Fig. 579.



Für Wohnhäuser sind derartige Fenster nicht zu empfehlen, da sie „willig“ in den Nuten laufen müssen, daher undicht schließen und bei stürmischem Wetter klappern. Außerdem verquellen sie leicht und dringt das Regenwasser gern in die für die Aufnahme der Schieber bestimmten Nuten. Dagegen ist ihr Beschlag außerordentlich einfach und haben den Vorteil, daß die Schieber beim Öffnen den Raum nicht so beschränken, wie die Flügelfenster.

Die Kellerfenster werden nicht selten als Schiebfenster mit seitlicher Bewegung eingerichtet; sie haben gewöhnlich 0,75—0,90 m Breite auf 0,30—0,45 m Höhe und werden mit zwei Scheiben versehen, wovon die eine dem festen Rahmen, die andere dem Schieber angehört.

Erkerfenster werden des beschränkten Raumes wegen, welcher durch den Erker geboten wird, insbesondere bei polygonalem Grundriß, am zweckmäßigsten als Schiebfenster behandelt. Ein solches ist auf Taf. 107 in Fig. 1—10 dargestellt und am Kaufmann Model'schen Hause in Karlsruhe nach unserer Zeichnung ausgeführt worden. Fig. 1 zeigt die Ansicht des Schiebers und den obern festen Teil des Fensters, nach den Grundrissen Fig. 4 und 5; Fig. 2 die innere Ansicht des Schiebers mit den beiden Rollen und Gegengewichten; Fig. 3 den senkrechten Durchschnitt. Fig. 7 und 8 sind senkrechte Durchschnitte durch den untern und obern Rahmen des Schiebers und Fig. 9 durch den obern Rahmen des festen Fensters. Endlich ist Fig. 10 der Grundriß von zwei Erkerfenstern mit Futterrahmen, Schieberrahmen, Eckverkleidung, einpunktirten Rollen und Angabe der Gegengewichte.

Die Konstruktion wurde nach dem Grundsatze ausgeführt, anstatt der gewöhnlichen Führung in Holz eine solche in Eisen für die Schieber herzustellen, welche allein den Anforderungen an Dichtigkeit, leichte und exakte Bewegung zu entsprechen vermag. Demzufolge sind die vertikalen Schieberrahmen, Fig. 10a, an ihren äußeren Seiten mit teilweise eingelassenen T-Schienen versehen, deren nicht eingelassene Flanschteile in U-Schienen ihre Führung erhalten. Die Befestigung letzterer geschieht am verbreiterten Backen, sowie an einer Winkelschiene, welche mit der Futterrahme verschraubt ist. Selbstredend sind die Führungsflächen exakt bearbeitet und geebnet. Mittels zweier Messingrollen und Bleigewichten wird durch Schnüre jeder der drei Schieber balancirt. Damit nun die Spiegelscheiben der Fenster zeitweise nach außen bequem gereinigt werden können, war es nötig, den Schieber mit drei Scharnierbändern zu beschlagen, Fig. 2 und Fig. 10b, von denen je ein Lappen an der Fensterrahme, der andere am Flansch der T-Schiene, Fig. 10b, befestigt ist. Auf diese Weise ist der Schieber auch Fensterflügel mit seitlicher Bewegung geworden. Zur Vervollständigung des eisernen Rahmens, in welchen der Flügel einschlägt, ist über der obern Flügel- oder Schieberrahme eine Winkelschiene, Fig. 8, und unten, Fig. 7, eine Schiene angebracht, deren Form den Zweck hat, das Eindringen des Regens zu verhindern, indem die gewöhnliche Überspundung der untern Schieberrahme mit der Futterrahme hier nicht ausgeführt werden konnte, wegen des doppelten Zweckes, den der Schieber zu erfüllen hat. Fig. 6 zeigt den eisernen Rahmen, welcher sich mit dem Schieber bewegt und aus welchem dieser behufs der Reinigung und Reparatur heraustritt.

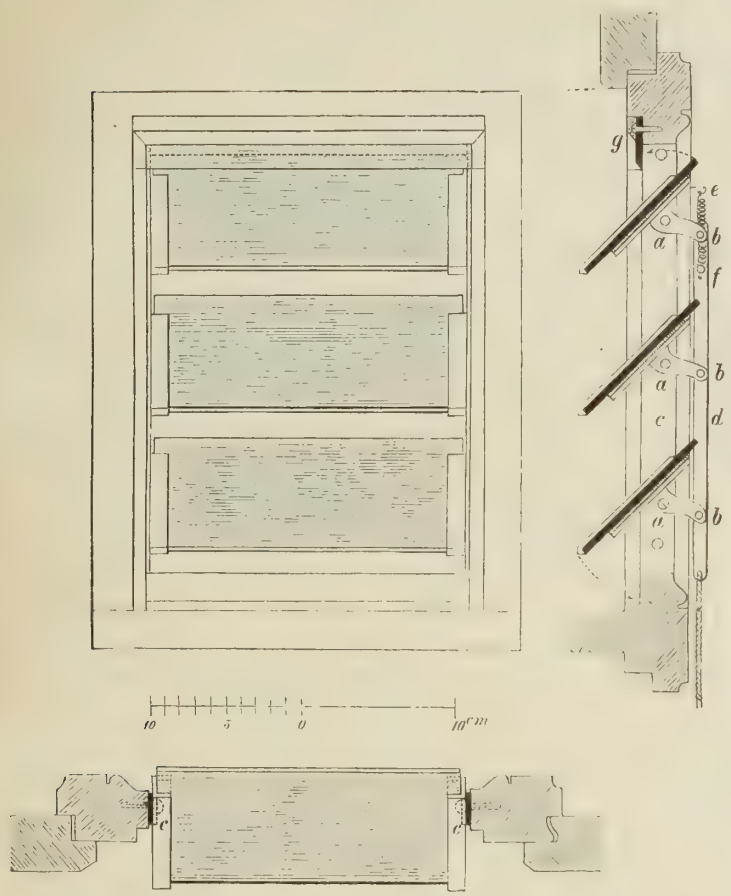
Zum Verschluß der hölzernen Fensterrahme mit dem eisernen dienen drei sogenannte Einreiber, Fig. 10a, welche mit je einem Dorn versehen sind, der mittels Hohlschlüssel gehoben und geschlossen werden kann. Durch den Dorn greift eine Holzschraube zur Befestigung des Einreibers. Die drei Stellen, an welchen der Hohlschlüssel eingesetzt wird, sind in Fig. 2 durch kleine Vierecke markirt. Damit beim Herablassen des Schiebers die Schiene, Fig. 7, nicht zu hart auf das untere Rahmholz auffällt, ist dieses an betreffender Stelle mit Filz überzogen.

Schließlich sei der „beweglichen Glasjalousien“ gedacht, mittels welcher Räume gelüftet werden können, ohne die Fenster öffnen zu müssen. In jedem Schulzimmer, welches mit keiner besonderen Ventilationseinrichtung versehen ist, sollten die Glasjalousien nicht fehlen, deren Anzahl nach der Schülerzahl und dem Luftvolumen des Lehrlokales zu bemessen ist.

Fig. 580 zeigt Ansicht und Durchschnitte einer Glasjalousie, die anstatt der Scheibe zwischen die Rahme eines obern Fensterflügels eingesetzt wird. Um das Detail unserer Zeichnung deutlich darstellen zu können, ohne für dieselbe zu viel Raum aufwenden zu müssen, sind die lichte Breite und Höhe des Fensterrahmens nicht nach dem Maßstab, sondern kleiner gezeichnet; weshalb auch hier die Anzahl der Jalousiescheiben und ihre Länge kleiner als gewöhnlich vorkommend sind. Was nun die Konstruktion betrifft, so hat diese Ähnlichkeit mit der der Läden mit beweglichen Jalousiebrettchen, die wir später kennen lernen werden. Die

Jalousiescheiben erhalten an beiden Enden eine schmale Metallfassung, welche sie gegen das Abrutschen schützt, oben aber so eingerichtet ist, daß die Scheiben behufs Erneuerung herausgezogen werden können. An dieser Metallfassung befinden sich auf der einen Seite die kurzen Hebel a b, auf der andern nur abgerundete Ansätze, welche wie die Hebel

Fig. 580.



sich um die Stifte a drehen, die mit den Schienen c vernietet sind. Die Schienen c sind an der innern Seite der beiden vertikalen Flügelrahmen aufgeschraubt. Die Punkte b stehen unter sich mittels der Zugstange d in Verbindung, welch letztere zum Öffnen der Jalousie durch eine Schnur abwärts gezogen wird, die zur Erhaltung der geöffneten Stellung an einem Haken befestigt werden muß.

Der Lüftungsapparat befindet sich im Zustande der Ruhe, wenn er geschlossen ist, wobei die obere Jalousiescheibe an einem im Kittfalz befestigten Glasstreifen g, die untere im Kittfalz ihren Anschlag findet. In diesem Ruhezustand ist alsdann auch die an der Flügelrahme bei e und an der Zugstange bei f eingehängte Spiralfeder ef; wird derselbe durch das Öffnen der Jalousie gestört, so wird die Feder verlängert, und da sie bestrebt ist, in ihren früheren Zustand zurückzukehren, bewirkt sie stets den Schluß der Jalousie.

§ 4.

Der Beschlag der Fenster.

Das Fensterbeschläg hat den Zweck, die Futter- oder Fensterrahme festzustellen, die Verbindungen der Flügel- oder Schiebrahmen zu verstärken, die Verbindung der Flügelrahmen mit dem Futterrahmen so herzustellen, daß eine Beweglichkeit möglich ist, und endlich den festen Verschluß der Fensterflügel zu bewirken. Im allgemeinen können hier die Beschlagteile, ähnlich wie bei den Thüren, in solche zur Bewegung und in solche zum Verschluß dienend eingeteilt werden.

Die Befestigung der Futterrahmen haben wir bei den Fig. 570—571 besprochen. Was die Verstärkung der Verbindungen, insbesondere großer Flügelrahmen, anbelangt, so darf man sich auf die mittels Verzapfung bewirkte Holzverbindung allein nicht verlassen, sondern man bringt eiserne Winkel, „Scheinhaken", „Scheinecken" an, welche entweder auf die zu verbindenden Rahmen aufgesetzt oder besser eingelassen und mit versenkten Schrauben befestigt werden, Fig. 581. Werden an den vier Ecken größerer Flügel solche Winkel angebracht, so ist eine Formänderung des Flügelrahmens nicht möglich. Dies geschieht in der Regel bei den unteren Flügeln vierflügeliger Fenster, wenn dieselben mit Fischbändern beschlagen werden, kommen dagegen Winkelbänder vor, so erfüllen diese zugleich den Zweck der Scheinhaken, und sind solche nur noch an zwei Ecken der Flügelrahme anzubringen.

Fig. 581.

Die Beschlagteile zur Bewegung der Flügel finden auf der Futterrahme ihre Stützpunkte und sind Haken und Bänder. Bei ordinären Fenstern werden noch Stützhaken angewendet, die ganz so gestaltet sind, wie wir sie bei den Thüren haben kennen lernen, nur kleiner und zierlicher. Fig. 582 zeigt einen solchen in Verbindung mit dem Winkelband. Besser als der Stützhaken ist der in Fig. 583 dargestellte sogenannte Lappenkloben, welcher meist in die Futterrahme eingelassen und mit Schrauben befestigt wird. Dieser Kloben in Verbindung mit dem Winkelband giebt ein solides und oft angewendetes Beschläg. Die Winkelbänder können auf die Rahmen aufgelegt „aufgesetzt" oder in dieselben eingelassen werden. Im ersten Falle können die Enden der Winkelschenkel verschieden ge-

staltet werden, während man sie im letzten Fall wie Scheinhaken behandelt, um sie leichter einlassen zu können. Den Fischbändern, welche wir ebenfalls schon kennen gelernt haben, giebt man den Vorzug, wenn es sich darum handelt, ein Fenster elegant zu beschlagen. Fig. 1, Taf. 103, zeigt ein vierflügeliges, mit Fischbändern beschlagenes Fenster, wobei drei solche Bänder auf einen untern und zwei auf einen obern Flügel kommen. Die Art der Befestigung dieser Bänder haben wir schon besprochen. Werden Winkelbänder angewendet, so werden je zwei für jeden Flügel angenommen, dagegen erhalten die unteren Flügel meist

Fig. 582.

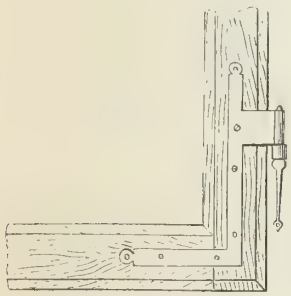
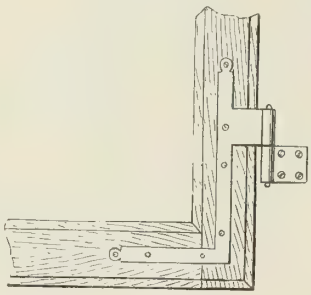


Fig. 583.



in der Mitte ihrer Höhe noch ein Band, „Kreuzband“ genannt, um das Gewicht des Flügels auf drei Stützpunkte zu bringen und um den Flügel gegen das Werfen zu schützen. So einfach die Beschlagteile zur Bewegung der Fensterflügel sind, so mannigfaltig und verschieden sind die zum Verschluß der Flügel.

Die Ansprüche, welche an dieselben gemacht werden, bestehen darin, daß die Flügel in möglichst einfacher und billiger Weise rasch und leicht geöffnet und geschlossen werden können, und daß das Flügelholz durch den Verschluß am Verziehen gehindert wird. Die Art des Verschlusses der Fenster ist abhängig von der Größe und Schwere der Fensterflügel, sowie von der Fensterkonstruktion selbst. Die gewöhnlichen Verschlüsse sind: a) mittels Vorreiber, b) durch Riegel, c) durch Baskulen, Basquill, und d) durch Espagnolettstangen.

Der wohlfeilste Verschluß ist der durch Vorreiber, welcher namentlich bei der schon erwähnten Konstruktionsweise Anwendung fand, wo man das Fensterlicht durch ein festes, hölzernes Kreuz in vier gleiche Teile teilte, wodurch man zwei Paar Flügel von gleicher Größe erhielt, welche mittels je zweier Vorreiber, wie Fig. 584 einen solchen darstellt, geschlossen wurden. Solche Beschläge werden an Fenstern, die besonders wohlfeil hergestellt werden sollen, immer noch ausgeführt. Der Vorreiber, Fig. 584, dreht sich um einen Dorn, welcher am feststehenden Mittelpfosten a eingeschraubt wird, welche Befestigungsweise den Vorteil gewährt, daß nach dem Schwinden des Holzes der locker gewordene Vorreiber angezogen werden kann, wodurch er wieder seine Spannkraft auf die Flügel gewinnt; während, wenn der Dorn bloß mit einer Spitze versehen und durch den Pfosten geschlagen und umgenietet wird, ein späteres Nachtreiben nicht mehr möglich ist.

Wo der Vorreiber das Holz der Fensterflügel berührt, muß dasselbe gegen Beschädigung geschützt werden, weshalb

Fig. 584.

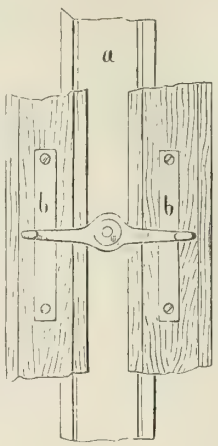
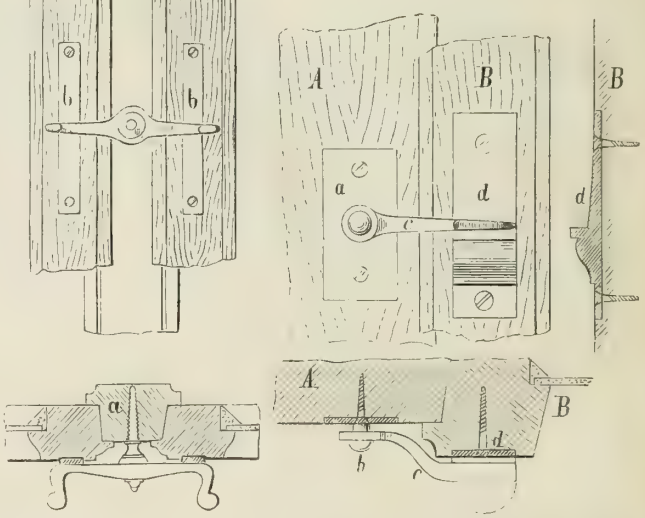


Fig. 585.



man hier ein Blech, „Streifblech“, b Fig. 584, unterlegt oder auch nur einen Draht in Bogenform befestigt, Fig. 1, Taf. 106, auf dem der Vorreiber sich bewegt. Um den Flügel öffnen und zuziehen zu können, erhält er einen Zuziehknopf in der Mitte seiner Höhe. Da die beiden oberen kleinen Flügel vierflügeliger Fenster, Taf. 103, an einen festen mit dem Kämpfer verbundenen Mittelpfosten anschlagen, Fig. 1 und 9, so findet der Verschluß dieser Flügel in der Regel auch mit einem Vorreiber, Fig. 584, nebst zweier Zuziehe- oder Aufzieheknöpfe statt.

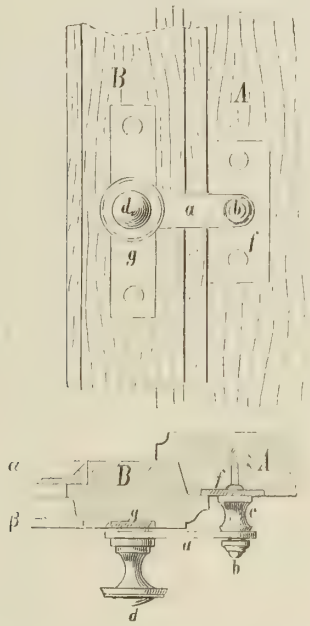
Zur Befestigung einzelner Flügel bedient man sich kurzer Vorreiber, auch halbe Vorreiber genannt, wie solche bei Fig. 1, Taf. 106, zur Verwendung gekommen sind. Bei kleineren Flügeln, wie solche bei Abtritten häufig vorkommen, genügt ein solcher in der Mitte des Flügels angebrachter Vorreiber nebst einem Aufzieheknopf; bei größeren Flügeln wird oben und unten ein Vorreiber angeordnet, vorausgesetzt, daß der obere Vorreiber noch leicht erreicht werden kann und die Entfernung beider nicht zu groß ist, so daß man ein Werfen des Flügelholzes zwischen beiden Befestigungspunkten nicht zu befürchten hat.

Fig. 585 zeigt einen Vorreiber zum Verschluß eines Flügels in $^1/_3$ w. Gr. a ist ein in die Futterrahme A eingelassenes und verschraubtes Blech, auf welches der Dreh-

stift b genietet ist, um welchen sich der Vorreiber c dreht. Auf dem Blechstück d, welches nach unten verstärkt und mit einem Ansatze versehen ist, wird der Vorreiber angezogen. Dieses Blechstück ist auf die Flügelrahme B geschraubt. Dasselbe ist oft auch nur oben befestigt und nach unten schwach gekrümmt, so daß es eine Feder bildet; wobei der Vorreiber, während er über das federnde Eisenplättchen *e* gedreht wird, sich fest an den Fensterflügel andrückt.

Ein anderer Vorreiber ist in Fig. 586 dargestellt. A und B bezeichnen wieder die Futter- und Flügelrahme, a den Vorreiber, b den Drehstift, c die Hülse desselben, d den Knopf zur Bewegung des Vorreibers und f und g

Fig. 586.



ingelassene und angeschraubte Bleche, wovon das erstere mit dem Drehstift vernietet ist, während das zweite in der Mitte etwas erhöht wird, wodurch es hohl liegt und federt, worauf der Vorreiber fest angezogen werden kann.

Der auf Taf. 108 in den Fig. 4—6 dargestellte Vorreiber wird französisches Ruder genannt, und wird nicht allein bei Fenstern mit feststehenden, sondern auch bei solchen mit aufgehenden Pfosten angewendet. a ist der Pfosten, b b sind die Rahmstücke der Flügel; c ist der Knopf des Ruders, welches sich um den Knopf c′ drehen läßt und sich in den Schließhaken d legt, welcher mit einem Blech h vernietet ist, das in den Pfosten eingelassen und mit demselben verschraubt wird. Auf dem zur linken Seite gezeichneten Blech, g Fig. 5, reibt sich der Vorreiber, während derselbe mittels des Drehstiftes bei c′ mit dem zur Rechten gezeichneten Blech g verbunden ist.

Riegel-Verschluß. Die Feststellung der Fensterflügel durch Riegel findet nur noch Anwendung bei untergeordneten und kleinen Fenstern, und wo der Mittelpfosten — sei derselbe beweglich oder unbeweglich — fehlt. Zur Feststellung zweier Flügel sind zwei Riegel erforderlich, ein oberer und ein unterer, und werden beide mitten auf die Schlagleiste aufgesetzt, oder wenn diese fehlen sollte, setzt man die Riegel auf die Mitte des Rahmholzes des zuerst zu öffnenden Flügels, welches gewöhnlich der rechte ist, der den linken übergreift und festhält, indem er selbst durch die Riegel festgestellt wird. Bei niedrigen Fenstern werden die oberen Riegel den unteren gleich gemacht; bei höheren dagegen wird der Schaft des oberen Riegels verlängert, um denselben besser handhaben zu können, und wird dieser daher „langer Riegel" genannt, im Gegensatz zum untern, welchen man „kurzen Riegel" nennt. Die Riegel greifen oben und unten in Schließhaken, welche in der Futterrahme befestigt sind. Die in Fig. 569 gezeichneten Riegelverschlüsse an Doppelthüren gelten auch hier, nur mit dem Unterschiede, daß bei den Fenstern diese Beschläge leichter und zierlicher ausgeführt werden.

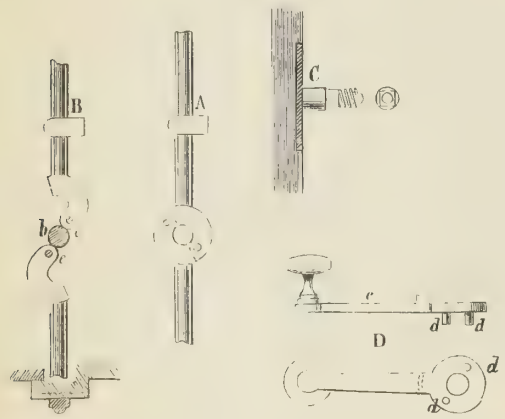
Baskule-Verschluß. Bei hohen Fenstern ist der Riegelverschluß nicht allein ein ordinärer, sondern auch ein schlechter und keineswegs wohlfeiler. Denn da die Flügel bloß am obern und untern Ende gefaßt sind, so steht der Neigung des Rahmholzes, sich zwischen diesen Befestigungspunkten zu werfen und zu verziehen, nichts entgegen, weshalb man eine Konstruktion erdachte, nach welcher die Flügel ihrer ganzen Länge nach aufeinander gepreßt und festgehalten werden. Dies wird erreicht durch den Baskule-Verschluß; derselbe ist nichts anderes als ein Riegelverschluß, bei welchem jedoch beide Riegel gleichzeitig mittels eines Hebels bewegt werden.

Es giebt zwei Arten von Baskule-Verschlüssen. Nach der ersten Art werden die beiden Riegel, der obere und der untere, mittels einer Hebelvorrichtung in entgegengesetzter Richtung bewegt, und zwar der obere Riegel abwärts, der untere dagegen aufwärts, wenn das geschlossene Fenster geöffnet werden soll. Nach der zweiten Art bewegt sich nur eine Riegelstange über die ganze Höhe der Flügel, welche aufwärts geschoben wird, wenn das vorher geschlossene Fenster geöffnet werden soll.

Ein gewöhnlicher Baskule-Verschluß der ersten Art ist in Fig. 587 dargestellt. Die beiden Riegel endigen in ein paar Haken, welche zusammengeschoben (bei geöffnetem Fenster) nach Fig. A eine kreisförmige Scheibe bilden. Sie umschließen einen Dorn b, welcher dem Ruder oder Hebel c in Fig. D als Drehachse dient. Letzteres bildet an seinem einen Ende eine durchbrochene kreisförmige Scheibe und hat

auf dieser zwei hervorstehende Stifte d d, welche in die an den Riegelenden befindlichen Vertiefungen e e passen. Bei der in Fig. B gezeichneten Stellung der Riegel steht das Ruder horizontal und liegt in einem am zweiten Fensterflügel angebrachten Haken. Hebt man dasselbe aber aus dem Haken und bringt es in die vertikale Lage, so nehmen die Riegel die in Fig. A gezeichnete Stellung an und das Fenster kann geöffnet werden. Das Ruder ist auf dem Dorn durch eine aufgesteckte Scheibe und davor geschraubte

Fig. 587 A—D.



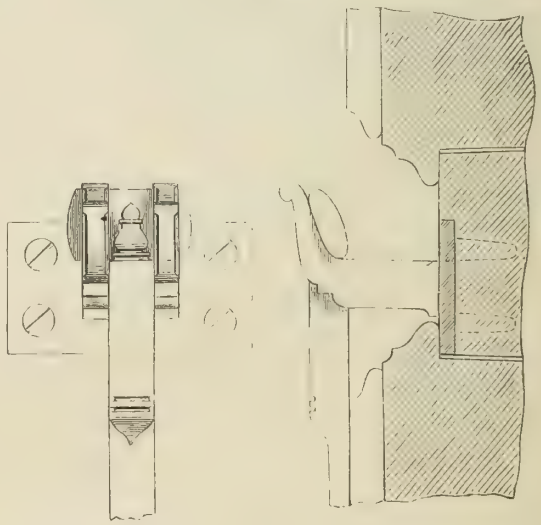
Mutter befestigt (vergl. Fig. C). Die Riegel bewegen sich an den Enden in 6—10 cm langen Hülsen, in denen sie etwas Spielraum haben müssen, weil ihre Bewegung nicht ganz geradlinig ist, sondern mehr der einer durch eine Kurbel bewegten Lenkerstange gleicht.

Ein anderer und besserer Baskule-Verschluß der ersten Art ist bei dem auf Taf. 103 dargestellten Fenster angewendet, wovon die Fig. 1—3, Taf. 108, die Details zeigen. Das untere Flügelpaar, Taf. 103, ist mit sechs Fischbändern angeschlagen und ist mit einem Baskule-Verschluß versehen, während die beiden oberen Flügel zusammen vier Fischbänder haben und mit einem Vorreiber geschlossen werden. Auf der Schlagleiste A, Fig. 1 und 3, Taf. 108, sitzt der Baskule-Beschlag, welche Anordnung solider ist als die, nach welcher die Riegel unter der Schlagleiste des überschlagenden Fensterflügels verdeckt liegen, wobei allerdings vom Baskule nichts sichtbar bleibt, als die Olive, Fig. 4, Taf. 104. Wie Fig. 2, Taf. 108, zeigt, enden die beiden Riegelschafte a und b in gekröpfte, kurze und gezahnte Stangen, welche durch einen Trieb c mittels der Olive d Fig. 1 und 3 auf- und abwärts bewegt werden können. Ein Kästchen, welches den Trieb und die gezahnten Riegelenden umschließt, wird auf der Schlagleiste festgeschraubt; aus diesem tritt der an der Zahnung des untern Riegels angebrachte Ansatz f heraus und legt sich in den Schließhaken g, welcher am andern Flügel befestigt ist. Für die Bewegung des Ansatzes f muß im Kasten der nötige Spielraum geschaffen werden. Nach dieser Vorrichtung ist bei den Flügeln nicht allein oben und unten, sondern auch in der Mitte ein Verschluß bewirkt, sowie die durchgehenden Riegel das Verziehen des Rahmholzes zu verhindern suchen. Die Fig. 8—10, Taf. 108, zeigen den Einsatz des Riegelkopfes a, des untern Riegels a in das Schließblech h, welcher im Grundriß in Fig. 10 gezeichnet ist. k ist eine Messinghülse, welche dem Riegel a zur Führung dient und ebenso gut durch eine einfachere Hülse ersetzt werden kann.

Soll das Baskule-Gehäuse nebst den Riegeln versteckt werden, so wird dasselbe ganz in den aufgehenden Fensterflügel eingelassen und die Riegel in ausgestemmte Nuten gelegt, worauf die Schlagleiste aufgesetzt und angeschraubt wird. Für den Mittelverschluß muß der Drehdorn mit einer Zunge versehen werden, welche sich in ein Schließblech einlegt, das in der zweiten Flügelrahme angebracht ist. Besser jedoch ist es, den Baskule-Beschlag in die ausgehöhlte Schlagleiste zu legen, wodurch das Rahmholz der Flügel nicht geschwächt wird, Fig. 4, Taf. 104.

Der Baskule-Verschluß der zweiten Art mit einer Triebstange ist auf Tafel 109 in den Fig 7—10 dargestellt. Fig. 9 ist die vordere und Fig. 10 die Seitenansicht des mittleren Verschlusses. Fig. 7 ist ein Durchschnitt dicht an der Schiebstange. Fig. 8 und letztere Figur ist eine Vorderansicht nach Wegnahme des Ruders und des

Fig. 588.



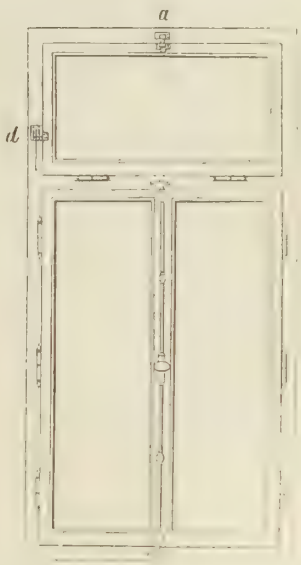
Schließklobens. Bei diesem Beschlag kann die Schlagleiste, somit auch das Rahmholz, schmäler gemacht werden, da das Getrieb in eine zur Fensterfläche senkrechte Lage kommt, während dies bei den Verschlüssen erster Art in entgegengesetzter Richtung der Fall ist. Ferner steift die einzige Triebstange das mittlere Flügelrahmholz weit mehr ab, als dies zwei Triebstangen erster Art zu thun vermögen.

Auf das Unterblech des Kastens sind die Seitenflächen b b, Fig. 8, genietet und das Ganze durch ein hinten angebrachtes Blech g, Fig. 7, welches in das Rahmholz eingelassen und verschraubt ist, befestigt. Die Triebstange f, Fig. 7, hat in der Mitte drei Zähne, in welche die des Ruders eingreifen und die Bewegung veranlassen. Die Achse des Rudergetriebes liegt in den Seitenbacken b b. Unsere Zeichnung stellt den Basküle-Beschlag in geschlossenem Zustande dar. Beim Öffnen wird das Ruder heruntergedrückt und die Triebstange in die Höhe geschoben, wobei die Nase d der Triebstange sich aus dem Schließhaken c heraushebt, sowie das obere und untere Ende der Triebstange aus den Schließhaken ausgehoben werden. Der untere Haken kann wie der in Fig. 8 und 10, Taf. 108, abgebildete gestaltet sein, dagegen ist der obere Haken nach Fig. 588 herzustellen, in welchem sich ein am Ende der Triebstange angebrachtes Querstück hineinlegt. Außer den an den Enden der Triebstange angebrachten Führungshülsen können noch je nach der Länge der Stange 1—2 weitere Hülsen angebracht werden.

Espagnolettstangen-Verschluß. Die beschriebenen Vorrichtungen entbehren des, besonders bei hohen Fensterflügeln, wichtigen Vorzugs, die letzteren fest in die Falze zu drücken, selbst dann, wenn man die Riegel keilförmig oder „auf den Zug" arbeitet, weshalb man häufig die sogenannten Espagnolettstangen anwendet. Eine solche Stange besteht aus einem Rundeisen von einer Länge gleich der ganzen Höhe des Flügels und 15—20 mm Durchmesser und liegt als Rundstab zwischen den doppelten Kehlleisten der Schlagleiste, Fig. 3, Taf. 109. Die Espagnolettstange ist an vier Stellen c, Fig. 1, etwas ausgedreht, Fig. 5, um sie mit Ösen von Eisenblech umfassen und mit dem Rahmholz verbinden zu können. Dadurch wird die Stange gegen Ausbiegungen geschützt, ohne sie an der Drehung um ihre Achse zu hindern. Anstatt der Ösen kann die Stange auch an den Befestigungsstellen noch verstärkt werden, wie dies in Fig. 6 im Durchschnitt und der Ansicht dargestellt ist. Oben und unten befinden sich an der Stange horizontale Haken a, nach Fig. 4, Taf. 109, welche keilförmig gestaltet sind und in den Stift b oder in mit Metall ausgefütterte Öffnungen eingreifen, welche oben im Kämpfer, unten in der Futterrahme angebracht sind und sich beim Zudrücken des Fensters fest anziehen. In der Mitte der Stange oder in der Linie einer Fenstersprosse befindet sich das Ruder, A Fig. 1 und Fig. 2—3, Taf. 109, mit welchem man die Stange um ihre vertikale Achse drehen und so die Haken zum Ein- und Ausgriffe bringen kann. Das Ruder selbst ist aber, nahe seiner Befestigung, mit einem Gelenk versehen, welches eine Drehung um eine horizontale Achse und das Niederlegen des vorderen Armes in einen an dem zweiten Fensterflügel befestigten Haken gestattet. Beim Öffnen des Fensters wird daher zuerst das Ruder mit vertikaler Drehung aus dem Haken gehoben und dann horizontal umgedreht, um durch diese letztere Bewegung auch die Haken der Stange aus ihren Eingriffen zu bringen. Beim Schließen verfährt man natürlich umgekehrt. Die Flügel werden dadurch nicht allein oben, unten und in der Mitte, sondern außerdem in ihrer ganzen Längenrichtung aufeinander gepreßt.

Der Espagnolett-Verschluß eignet sich besonders für große und schwere Flügel, wo er weit bessere Dienste leistet, als der Basküle-Verschluß. Um das Verziehen großer Flügel auch durch den Holzverband zu verhindern, wird, wie bereits erwähnt, die Spundung „Wolfsrachen" anstatt der Überfälzung angewendet.

Fig. 589.

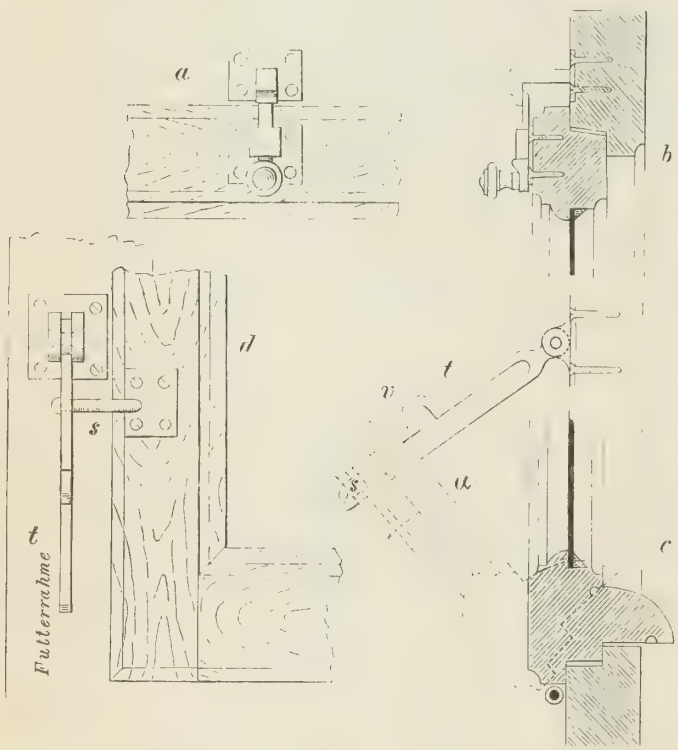


Wie schon bemerkt wurde, werden in neuerer Zeit bei Privathäusern sehr häufig dreiflügelige Fenster, mit Spiegelglas verglast, nach Fig 589 angeordnet. Dabei dreht sich der obere Flügel um die untere, durch die Mitte der beiden Fischbänder gehende Achse, wenn er geöffnet oder geschlossen werden soll. Die hierzu erforderlichen Beschlagteile sind in Fig. 590 a—d dargestellt, wobei die Buchstaben a und d die gleichen Beschlagteile in Fig. 589 bezeichnen. Der Verschluß Fig. 590 a und b wird durch eine Federfalle bewirkt, während zum Öffnen, und zwar bis zu einer Weite vom $\measuredangle \alpha$, Fig. c, der auf der Flügelrahme befestigte Stift s, am unteren Ende der Schlinke t angekommen, das weitere Herabsinken des Flügels verhindert. Läßt man den Stift s in die Ausbiegung v der Schlinke einfallen, dann ist der Flügel bloß um den halben $\measuredangle \alpha$

geöffnet. Je nach der Länge der Schlinke und der Höhe ihrer Befestigung wird der ∠ α zu- oder abnehmen. Die Schlinke ist zwischen zweien Backen drehbar befestigt, die auf einer Unterlegplatte vernietet sind und welche auf die Futterrahme aufgeschraubt ist.

Bezüglich des Verschlusses von Thüren und Fenstern sind in den Jahrgängen der Deutschen Bauzeitung 1880 und 1882 einige Neuheiten von mehr oder weniger praktischem Wert bekannt gegeben, auf welche wir aufmerksam machen wollen.

Fig. 590.



Die künstlerische und sachgemäße Ausbildung des Details der Beschläge bildet einen Bestandteil der Kunstindustrie, deren Förderung man sich namentlich in der Neuzeit zur besondern Aufgabe gemacht hat.

§ 5.

Die Läden.

Die Konstruktion hölzerner Läden möge hier am Schlusse des Kapitels über Thüren und Fenster ihren Platz finden, da sie insbesondere zu den letzteren in nähere Beziehung treten.

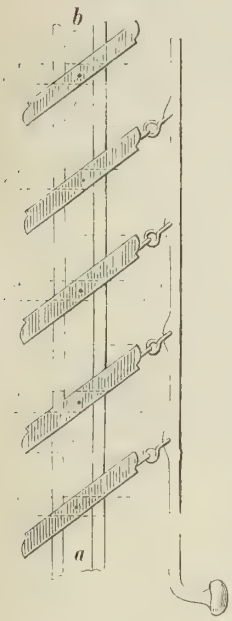
Die Läden zerfallen in äußere und innere und bezüglich der Konstruktion in ordinäre und gestemmte.

Die ordinären Läden werden wie die ordinären Thüren konstruirt, und bestehen somit aus verleimten oder gespundeten Brettern mit Einschiebleisten von Eichenholz; außerdem wird das obere und untere Ende mit je einer eichenen Leiste, „Hirnleiste", versehen, welche das Hirnholz gegen das Eindringen der Feuchtigkeit schützen und mit den Einschiebleisten das Werfen und Verziehen des Ladens verhindern sollen. Diese Läden werden nur an untergeordneten Gebäuden angewendet. Die Konstruktion gestemmter Läden bietet uns ebenfalls nichts Neues, indem wir wieder ein Rahmwerk mit Füllungen haben. Da solche geschlossene Läden jedoch keinen Zutritt von Licht und Luft gestatten, so wird der Rahmen ganz oder teilweise mit schräg gestellten, 3—6 cm von einander entfernten Brettchen versehen, wodurch man sogenannte Jalousieläden erhält. Die Brettchen können nun entweder in die Rahmen fest eingelassen oder beweglich sein. Sie werden 6—9 cm breit, 15—20 mm dick gemacht und unter einem Winkel von etwa 45° gestellt. Sollen die Brettchen beweglich eingerichtet werden, so bekommt jedes an beiden Enden einen eisernen Zapfen, um welchen es sich drehen kann. Diese Zapfen laufen in schmiedeisernen, an den Rahmen angeschraubten Schienen. Die Mitte der Brettchen wird mit einer eisernen Zug- oder Stellstange verbunden, mittels welcher das Öffnen und Schließen der Jalousie stattfindet, a Fig. 591; ein an dem unteren Rahmstück angebrachter Haken hält die Stange in ihrer Lage fest, zu welchem Zweck dieselbe mit mehreren Löchern versehen ist.

Eine sehr zweckmäßige Konstruktion von Jalousieläden ist auf Taf. 110 in den Figuren 1—8 dargestellt. Fig. 1 zeigt den geschlossenen zweiflügeligen Laden von außen und Fig. 2 von innen. Die Höhe des Ladens ist annähernd in drei gleiche Teile geteilt, wovon etwa zwei Dritteile mit Jalousiebrettchen, ein Drittel jedoch mit Füllungen versehen ist. Die Jalousiebrettchen sind in einen besondern Rahmen fest eingesetzt, welcher in seiner Mitte mit einem Querrahmen versehen ist und sich in die Falzen des Hauptrahmens des Ladens einlegt, wie dies in den Fig. 4—6 gezeigt ist. Vermöge der mit einem Dorn verbundenen Bandlappenpaare sind die beiden Jalousieläden um ihre obere Kante beweglich, wie Fig. 3 zeigt, und können solche nach außen geöffnet und mittels der eisernen Stellstange, welche mit mehreren Öffnungen versehen ist, in verschiedener Lage erhalten werden. Das untere Ende der Stellstange, Fig. 8, ist um einen Dorn umgebogen und drehbar um denselben, welcher mit seinen Enden in Pfannen ruht, die auf einer Platte vernietet und am untern Querrahmen des Jalousieladens angeschraubt sind. Das obere Ende der Stange wird durch einen Drehstift festgehalten, wie Fig. 7 zeigt; soll dieselbe vom Laden abgelöst werden, so wird der Kopf des Drehstiftes in die vertikale Lage gebracht, worauf die Stange durch einen schlitzartigen Ausschnitt vom Drehstift entfernt und zur beliebigen Stellung des Ladens verwendet werden kann. Eingesetzt wird die Stellstange in einen Stift, Fig. 8, welcher unten am Hauptrahmen an-

geschraubt ist. Es bleiben somit die beiden Ladenflügel für gewöhnlich geschlossen, und nur wenn das Bedürfnis nach mehr Licht und Luft eintritt oder man Aussicht haben und zugleich die Sonne abhalten will, werden die jalousieartig behandelten Ladenteile geöffnet. Wenn äußere Läden angebracht werden sollen, sind die Gewände und der Sturz mit einem Falz zu versehen, welcher mindestens so tief sein muß, als der Laden dick ist.

Fig. 591.



Die ordinären Läden werden mit Langeband, die gestemmten mit Winkelband oder Schippenband beschlagen, wie Fig. 1, Taf. 110, dies zeigt. Der geschlossene Laden kann nun gehalten werden durch einen einfachen Haken, oder durch Riegel, Basküle-Verschluß u. s. w. Der geöffnete Laden wird durch einen Vorreiber an die Wandfläche gedrückt, oder mittels eines Riegels festgehalten.

So zweckmäßig die äußeren Läden auch sein mögen, so kann sich der Architekt doch nicht leicht mit ihnen befreunden, indem sie geschlossen der Fassade viel von ihrem Relief rauben, während sie geöffnet auf die architektonischen Verhältnisse störend einwirken, weshalb man schon Versuche gemacht hat, die Läden aus schmalen Teilen anzufertigen, um sie in die Leibung der Fenstergewände zu legen, wo man sie freilich besser von Eisenblech als von Holz anfertigt, da die ersteren weniger Raum verlangen.

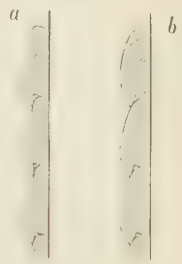
Gegen Einbruch schützen „innere Läden, Nachtläden" mindestens so gut, wenn nicht besser als äußere, weshalb sie immer noch gern bei freistehenden Gebäuden anstatt der äußeren Läden angebracht werden, wenn man nicht wegen des Schutzes der Gläser die allerdings weniger widerstandsfähigen Rollläden anbringen will. Man hat Vorstelläden und Flügelläden; die ersteren werden des Abends vor die Fenster gestellt und mit Vorreibern, eisernen Vorlagen u. s. w. befestigt, während die ein-, zwei- oder mehrflügeligen Fensterläden sich im geöffneten Zustande an oder in die Leibung der Fensternische hineinlegen. Die Zahl der Flügel ist abhängig von der Fensterbreite und der Tiefe der Fensternische, bezw. von der Breite der Fensterleibung. Das Brechen der Läden oder das Aneinanderreihen der Flügel geschieht entweder durch Falze oder mittels Nuten und runden Federn.

Die Tafeln 103 und 104 zeigen Anordnungen von inneren Läden, wobei die Leibung, Fig. 2, Taf. 104, einen ein Mal gebrochenen Laden aufnimmt. Der Laden kommt in einen Rahmen zu liegen und wird die Leibung entweder getäfert, wie in Fig. 2, Taf. 104, oder nur geputzt und tapezirt, wie in Fig. 3, Taf. 103. Zur Bewegung innerer Läden werden Scharnierband und zum Verschluß derselben Vorreiber, oder in Schließhaken gelegte Überschweife, Vorlegestangen, Basküle u. s. f. verwendet.

Schließlich haben wir noch die Rollläden für Schaufenster und Wohngebäude zu besprechen, welche auf den Taf. 111—112 dargestellt sind.

Der auf Taf. 111 gezeichnete Rollladen besteht aus Holzleisten, die auf Leinwand, „Drell", aufgeleimt sind. Die gewöhnlich vorkommenden Formen dieser Leisten sind in einem Viertel wahrer Größe aus Fig. 592 a und b zu ersehen. Das obere Ladenende wird auf einer hölzernen Welle oder Walze a, Fig. 4, befestigt, während das untere mit der Winkelschiene b versehen ist, die beim Aufsitzen des Ladens die untere Leiste gegen Beschädigung schützt, das Regenwasser abhält und beim Aufziehen den Laden hindert, weiter zu gehen, als nötig ist, das ist bis c. Die Führung des Ladens findet vor dem Fenster, dem sogenannten „Stillstand" in U-Schienen statt, Fig. 3 und 6. Die eisernen Zapfen der Welle liegen in Lagern, die in Stein befestigt sind, Fig. 7. An einem Ende der Welle befindet sich zur Befestigung des Riemens, Gurtes oder Seiles die sogenannte obere gerinnte Riemenscheibe d, Fig. 4 und 7. Zur Revision der Welle und Vornahme etwaiger Reparaturen ist die Untersicht der Fensternische e, Fig. 2 und 4, zum Umklappen eingerichtet. Zu demselben Zweck ist an der gestemmten Verkleidung der Leibung der Fensternische bei f, Fig. 2, 3 und 6, ein Thürchen angebracht, um zur untern Riemenscheibe gelangen zu können. Dieselbe ist mit dem Bügel g, Fig. 8, verbunden, welcher mit zwei Steinschrauben befestigt ist. Zwischen den beiden Platten der Riemenscheibe befindet sich die Welle h, auf welcher sich der Riemen oder das Seil auf- und abwickelt.

Fig. 592.



Die Bewegung des Ladens erfolgt mittels einer Kurbel, die am Dorn i eingesetzt wird. Zur Sicherheit gegen das Herabfallen des Ladens ist das Sperrrad mit der Sperrklinke angebracht. Solche Läden sind am Kaufmann Mo-del'schen Hause in Karlsruhe ausgeführt.

Der Rollladen Taf. 112 stellt einen solchen für Wohngebäude dar und ist in Fig. 1 nach der von Bayer und Leibfried in Eßlingen bekannt gegebenen patentirten Konstruktion, halb von innen, halb von außen gesehen, gezeichnet.

Die Konstruktion des Ladens unterscheidet sich von der des vorhergehenden dadurch, daß die Leisten nicht auf

Leinwand geleimt, sondern durch drei Stahlbänder a, Fig. 1 und 4, zusammengehalten werden. Die unterste und oberste Leiste wird mit den Stahlbändern verschraubt, während von den übrigen stets eine über die andere, Fig. 4, mit denselben durch Schrauben verbunden wird. Zur Gewinnung von Licht und Luft sind die Leisten bis auf wenige mit Ausschnitten nach Fig. 5 versehen.

Der Laden bietet, gegenüber den älteren Konstruktionen, den Vorteil, daß man einen Teil desselben von beliebiger Höhe nach außen stellen kann. Zu diesem Zweck ist die U-Schiene, welche, wie bei Taf. 111, Fig. 6, dem Laden als Führung dient, bei b, Fig. 1, 2 und 6, Taf. 112, gestoßen und mit einem Gelenk versehen, wie dies Fig. 6 in größerem Maßstab darstellt.

Was nun die Stellvorrichtung betrifft, so besteht diese aus zwei Stellstangen c, Fig. 1 und 2, von 0,64 m Länge, welche an beiden Seiten des Ladens angebracht sind. Um sie bequemer an den Fensterleibungen anordnen zu können, sind sie aus je zwei mit einem Gelenk d, Fig. 7, verbundenen Teilen hergestellt. Daselbst ist das eine untere Ende e auf einer Unterlagplatte f, Fig. 7—9 und 12, drehbar befestigt; während das andere Ende mit einer Stange g, Fig. 7, 9, bis 12, fest verbunden ist, die in den U-Schienen lagert und mit diesen und dem Laden sich nach außen bewegt. Zu diesem Zweck ist an einer der beiden Stellstangen der Arm hi, Fig. 7 und 8, angebracht, welcher bei i, Fig. 7, gefaßt und nach der angedeuteten Pfeilrichtung nach außen gedrückt wird, worauf sich Punkt g und mit ihm der Laden nach außen öffnet. Die Stange g ist nach außen durch eine Winkelschiene k, Fig. 7 und 9—11, versteckt, auf welcher sich der Laden beim Herablassen aufsetzt. Die Enden der Winkelschiene sind mit den beiden U-Schienen vernietet. Hierzu muß noch bemerkt werden, daß zum Verschluß des herabgelassenen Ladens, damit er nicht von außen in die Höhe gedrückt werden kann, eine in seiner Mitte angebrachte Federfalle, Fig. 10—11, dient. Während man daher mit der einen Hand den Knopf i, Fig. 7, behufs der Ladenöffnung faßt, drückt man mit der andern auf die bogenförmige Feder l, Fig. 10—11, wodurch der Haken m sich auslöst und der Laden geöffnet werden kann. Fig. 8 ist die Seitenansicht von Fig. 7, und Fig. 12 die Seitenansicht von Fig. 7 ohne den Arm hi, welcher, wie bereits erwähnt wurde, nur an einer Stellstange angebracht ist. n, Fig. 2 ist eine drehbare Walze, die zur Leitung des Ladens dient. Zum Aufziehen des Ladens bedient man sich eines auf der Riemenscheibe befestigten Riemens o, Fig. 2, welcher aus der mit einem Thürchen versehenen Öffnung p herausgenommen und wieder in dieselbe hineingelegt wird, wenn der Laden aufgezogen ist.

Elftes Kapitel.

Die Gerüste.

§ 1.

Allgemeines.

Unter den Gerüsten verstehen wir diejenigen temporären Zimmerungen, die nur auf kürzere Zeit und nur als Mittel zum Zweck dienen sollen, entweder nur als Lehren oder Modelle zur Darstellung anderer Bauwerke, wie die Lehrgerüste der Gewölbe u. s. w., oder als Mittel, welche die Erbauung eines Gebäudes ermöglichen sollen, indem sie sowohl den Handwerkern den Zugang zu den verschiedenen Teilen des Gebäudes und das Arbeiten an denselben gestatten, als auch den Transport der verschiedenen Materialien an die Arbeitsstellen erleichtern. Diese Zimmerungen müssen zwar jedenfalls die nötige Sicherheit und Festigkeit haben, doch dienen sie immer nur verhältnismäßig auf kurze Zeit, so daß bei Konstruktion derselben zwar die Festigkeit, doch weniger die Dauer zu berücksichtigen ist. Auch hat man sehr häufig die Absicht, die zu einem Gerüst gebrauchten Hölzer später entweder zu einem andern Gerüste, oder sonst zu gebrauchen, wonach sich dann die Verbindung der Hölzer richtet.

Bei den Bauten werden oft Maschinen gebraucht, um zur Hebung bedeutender Lasten oder zu anderen Zwecken eine große Kraft ausüben zu können. Diese Maschinen, welche mit den Gerüsten das gemein haben, daß sie nur kurze Zeit an einem Orte gebraucht werden, und daher eine solche Konstruktion bekommen, daß sie leicht aufgestellt, und ebenso leicht wieder abgeschlagen werden können, nennt man wohl Gerätschaften. Es gehören dahin die zum „Aufschlagen“ oder „Richten“ der Gebäude gebräuchlichen Vorrichtungen, die verschiedenen Hebegeschirre zum „Versetzen“ großer Werkstücke, oder zum Heben eingeschlagener Balkenlagen u. s. w. Ebenso die verschiedenen Rammen zum Einschlagen der Grundpfähle, die Grundsägen und die einfachen Wasserhebemaschinen. Wir können indessen von diesen „Gerätschaften“ nur die Hebegeschirre für den Maurer und Zimmermann hier besprechen, weil wir uns sonst zu weit in die Gebiete des Maschinenbaues begeben würden.

Wir teilen die Gerüste in solche, die zur Darstellung der verschiedenen Gewölbe als Lehren gebraucht werden, und welche daher auch Lehrgerüste heißen, und in solche, die den Arbeitern als Standort und zum Transport der Materialien dienen, und die wir unter dem Namen der Baugerüste zusammenfassen. Von jenen zuerst.

Wir wissen aus dem I. Bande dieses Werkes, daß zur Darstellung der meisten Gewölbe Lehrgerüste nötig sind,

d. h. Zimmerungen, welche die Leibung der Gewölbe erhaben darstellen und über welchen das Gewölbe gleichsam wie ein Mantel aufgeführt wird. Die konvexe Fläche dieser Gerüste wird meistens aus Latten, Brettern oder stärkeren Hölzern gebildet, welche mit der Achse der Gewölbe parallel laufen und an einzelnen Punkten, deren Entfernung voneinander sich nach der Schwere der Gewölbsteine oder der Stärke der „Einschalung" richtet, durch bogenförmig gestaltete Rippen, Lehrbögen, gestützt werden. Es wird sich daher hauptsächlich um die Konstruktion dieser Rippen handeln, sowie um die Anordnungen, welche den Stand derselben gegeneinander und gegen die Achse des Gewölbes sichern sollen. Letztere kann man, ähnlich wie bei den Dächern, den Längenverband nennen, wie denn überhaupt die ganze in Rede stehende Konstruktion sich sehr wohl mit einem Pfettendache vergleichen läßt. Die Rippen treten an die Stelle der Binder, und die Schalhölzer an die der Pfetten.

Bei der Konstruktion dieser Rippen müssen wir solche unterscheiden, welche, außer an ihren Endpunkten, in so kurzen Entfernungen feste Stützpunkte haben, daß keine künstlichen Verstärkungen der zwischen diesen Stützpunkten angebrachten Hölzer nötig werden, von denen, die nur an ihren beiden Endpunkten, oder wenn auch zwischen diesen, doch im ganzen nur einzelne feste Stützpunkte haben, so daß zwischen denselben künstliche Verstärkungen, Häng- oder Sprengwerke u. s. w. nötig werden. Die ersteren nennen wir feste Lehrgerüste, die anderen gesprengte, bei denen man noch die ganz gesprengten von den teilweise gesprengten unterscheiden kann.

§ 2.

Die Lehrgerüste.

Zu den festen Lehrgerüsten müssen wir auch die sogenannten Gewölbescheiben, wie sie zur Einwölbung von Mauerbögen oder kleineren, leichten Gewölben gebraucht werden, rechnen, denn wenn sie auch zuweilen nur an ihren Endpunkten unterstützt sind, so werden zwischen diesen doch keine künstlichen Verstärkungen angebracht. Auf welche einfache Weise dergleichen Gewölbscheiben angefertigt und aufgestellt werden, haben wir bereits bei den Steinkonstruktionen besprochen und auch auf Taf. 46 des I. Bandes dergleichen dargestellt, so daß wir auf diese einfachen Konstruktionen hier nicht wieder zurückzukommen brauchen. Ebenso ist im I. Bande die Zeichnung der verschiedenen Bogenlinien, nach welchen die Oberflächen der Rippen abgerundet werden müssen, weitläufig besprochen, so daß wir diese ebenfalls als gegeben oder bekannt ansehen können.

Die Gewölbscheiben werden jedoch nur als Lehrgerüste für Bögen oder Gewölbe von geringer Spannweite bis etwa 2—3 m verwendet, während bei größerer Weite Lehrbögen, in der Regel aus zwei Lagen Dielen bestehend, Anwendung finden, wie solche nach verschiedenen Bogenlinien im I. Band, Taf. 46, 52 und 58 dargestellt sind. Die Stärke dieser Lehrbögen ist abhängig von ihrer Belastung, von ihrer Entfernung voneinander und von der Art ihrer Unterstützung. Lehrbögen, welche wegen zu geringer Widerstandsfähigkeit ihre Form ändern, sind aus dem Grunde zu vermeiden, weil sich diese Deformation auch auf das auszuführende Gewölbe überträgt, weshalb auf einen soliden Längen- und Querverband der Lehrbögen und eine ausreichende Unterstützung derselben zu sehen ist. Eine andere Konstruktion von Lehrbögen, die in den Moselgegenden gebräuchlich sein soll*), ist in den Fig. 6—8, Taf. 113, dargestellt. Sie bestehen aus einer rohen, etwas bewaldkanteten 15—20 cm dicken Schwelle, in welche in Entfernungen von 35—45 cm Löcher gebohrt werden, um in dieselbe, und zwar in radialer Richtung, Stäbe von 6—9 cm Dicke einschlagen zu können. Nachdem die Stäbe nach der Bogenform abgeschnitten sind, werden sie mit einer über sie gebogenen Latte mittels Nägel befestigt, Fig. 8, Taf. 113. Die auf solche Weise erhaltenen Lehrbögen werden 60 cm voneinander entfernt aufgestellt, mit gewöhnlichen Brettern verschalt und darauf Bruchsteingewölbe von 30—60 cm Stärke ausgeführt. Bei größeren Gewölben scheint es jedoch besser, auf den Schwellen eine Art Dachgespärre mit zwei oder mehreren Streben zu errichten und die Stäbe in die Sparren zu bohren, wie dies aus Fig. 6, Taf. 113, zu ersehen ist. Die Stäbe werden auf diese Weise kürzer, können daher aus gewöhnlichem Spaltholze gefertigt, und die Schwellen ebenfalls aus leichtem, 12—15 cm starkem Sparrenholze gemacht werden, weil sie in drei Punkten, nämlich an beiden Seiten und in der Mitte, durch untergestellte Pfosten Unterstützung erhalten. Unter der Mitte bringt man ein paar Keile an, um den Lehrbogen nach dem Schluß des Gewölbes ohne Erschütterung desselben leichter ablösen zu können.

Fig. 7, Taf. 113, zeigt einen solchen halbkreisförmigen Lehrbogen von 11,3 m Spannweite.

Das hier befolgte System ist auch schon bei bedeutend großen Lehrbögen mit Erfolg zur Anwendung gekommen, indem von mehreren Punkten aus radienförmige Stützen nach den, die Krümmung des Bogens bildenden Hölzern geführt sind. Wir möchten dieses System, welches sich schon dadurch auszeichnet, daß die hauptsächlich stützenden Hölzer mit ihrer rückwirkenden Festigkeit in Anspruch genommen werden, das Fächersystem nennen.

Nach diesem System ist unter anderm das Lehrgerüst der Nydeckbrücke in Bern ausgeführt, und ist dasselbe im „Romberg'schen" Werke nachzusehen.

*) Crelle, Journal für Baukunst, Bd. I.

Fig. 1–5, Taf. 113, zeigen das Lehrgerüst des mittleren Bogens der Enzbrücke bei Besigheim in Württemberg*), bei welcher die einzelnen Rippen auf eingerammten Pfahlreihen ruhen und deren Kurven durch vertikale Stützen getragen werden. Die Kurven bestehen aus Tannenholz und liegen dreifach übereinander; die vertikalen Stützen sind doppelt und umfassen die Kurven zangenartig. Letztere stehen auf einem doppelten Keilpaare (vergl. Fig. 4 und 5), welches durch zwei andere Keile gegen die beiden Riegel xx gespannt wird. Beim Aufstellen der Bogengerüste wurden, nachdem das Kronholz a, Fig. 1, der Pfahlreihe lag, erst die rechtwinklig über diesen liegenden Langhölzer f an ihre Stellen gebracht, sodann die horizontalen Keile g, tüchtig mit Seife eingerieben, gelegt und auf ihnen die vertikalen Stützen mit ihren Verbindungszangen aufgestellt u. s. w. Sobald das ganze Bogengerüst aufgestellt war, wurden die Kurven mittels der horizontalen Keile gg geregelt, und diese Keile dann gegen das Verschieben gesichert, indem man zwischen die Längenhölzer f zwei kurze Riegel xx legte und gegen diese, von oben herab, die vertikalen Keile hh antrieb. Beim Niederlassen der Bogengerüste wurden zuerst die vertikalen Keile hh losgeschlagen, sodann die Riegel xx fortgenommen und endlich die horizontalen Keile gg auf allen Punkten des Gerüstes zugleich gelöst, wodurch mit leichter Mühe eine vollkommen stetige und gleichförmige Senkung erreicht wurde. Die Kronhölzer a, die wie Sattelhölzer gestalteten Unterlagen c, Fig. 1, die Stützen d zunächst an den Pfeilern und die verschiedenen Keilvorrichtungen bestanden aus Eichen-, alles übrige aus Tannenholz.

Auf die Kurven der Rippen, welche 1,6 m von Mitte zu Mitte voneinander entfernt aufgestellt waren, wurden die Schalhölzer bei der Wölbung nach Erfordernis aufgelegt, und zwar so, daß auf jede Steinschicht ein Holz traf, wobei aber die Lagerfugen der Wölbsteine von unten zugänglich blieben.

Das derselben Brücke zugehörige, in Fig. 1 bis 3, Taf. 114, dargestellte Lehrgerüst zeigt ein teilweise gesprengtes, weil in einem der Landbögen während des Baues der Schiffahrt ein Durchgang offen erhalten werden mußte. Die Kurven bestehen hier nur aus zwei Lagen Hölzer, weil die Spannweite geringer ist, und der mittlere Teil derselben wird durch ein Sprengwerk gestützt, welches auf doppelten Pfahlreihen ruht. Die Konstruktion der festen Teile des Gerüstes ist der früher beschriebenen ganz gleich. Auch die Keilvorrichtung für das spätere Niederlassen des Sprengwerks ist der für den mittleren Bogen beschriebenen ganz ähnlich angeordnet. Die eichene Schwelle b, Fig. 1, welche die Sprengwerke aufnimmt, wurde nämlich durch die im Grundrisse Fig. 3 angezeigten Keile f gegen den Fuß der benachbarten senkrechten Bogenstütze gestemmt, um später durch ein Lösen dieser Keile das Zurückweichen der Füße des Sprengwerks und dadurch ein Senken desselben einleiten zu können. Die Konstruktion wird übrigens durch die Figuren, von denen Fig. 1 den Querschnitt oder die Ansicht des Bogens, Fig. 3 die Horizontalprojektion und Fig. 2 den Längenschnitt giebt, hinlänglich erläutert. Fig. 4 und 5 zeigen den Grund- und Aufriß der ganzen Brücke skizzirt.

Taf. 115 stellt ein ganz gesprengtes Lehrgerüst einer Brücke dar, wie solche in Frankreich häufig angewendet werden. Die Spannweite beträgt nur ca. 13 m, und die Konstruktion des Gerüstes geht aus den gezeichneten Figuren so deutlich hervor, daß eine weitere Beschreibung überflüssig erscheint. Das Sprengwerk stützt sich gegen die vertikalen Pfosten D, Fig. 1, welchen die unteren Gewölbteile selbst als Widerlager dienen. Diese Pfosten stehen auf Schwellen B, Fig. 1 und 3, welche unmittelbar auf Keilen A ruhen, die auf einem Absatze der Widerlagsmauer aufliegen. Mittels dieser Keile können zunächst die einzelnen Rippen in ihre richtige Lage gebracht und nach dem Schluß des Gewölbes leicht, und ohne Stöße zu verursachen, wieder gesenkt werden. Die äußere kreisförmige Begrenzung der Rippen wird durch nach der Kurve bearbeitete Hölzer C gebildet, welche auf den geraden Streben des Sprengwerks ihr Lager finden.

Als Beispiel eines Wölbgerüstes für die Herstellung eines Brückengewölbes, von 30 m Spannweite, samt Anordnung des Versetzgerüstes mögen die auf Taf. 116, Fig. 1—5 dargestellten Zeichnungen dienen, welche das Gerüst der Elbbrücke bei Pirna*) zeigen, das zur Herstellung einer der 6 großen Gewölböffnungen verwendet wurde.

Um dem Wölbgerüst eine möglichst steife Konstruktion zu geben, wurde dasselbe aus zwei Werksätzen, Fig. 1, Taf. 116, konstruirt, deren unterer, auf eingerammten Pfählen ruht und deren oberer das eigentliche Bogengerüst bildet, während zwischen beiden die Wölbgerüstschrauben s eingestellt sind. Der untere Werksatz, das Standgerüst, ist ein Stockwerksaufbau in Längen-, Kreuz- und Querverband, der obere Werksatz, das Bogengerüst, besteht aus 7 Bindern und 6 Leergebinden mit doppelten Bogenstücken. Jeder Binder enthält 6 doppelte Zentralsäulen, welche in der Querverbindung verholmt, verriegelt und mit Kreuzbändern untereinander verbunden sind. Alle Verbandstücke sind mit eisernen Bolzen verschraubt, die Kurven a und die Bogengerüstbalken b sind durch Einschieblinge von hartem Holze verdübelt. Auf diesen Kurven, die in ihrer Zusammensetzung ein Siebeneck bilden, sind zur Ausgleichung in

*) Förster's „Allg. Bauzeit. 1839".

*) Ist in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover im Bd. 24 ausführlich behandelt.

die Bogenlinie segmentförmige Holzstücke aufgesetzt, welche den Schalbrettern zur Auflage dienen.

Das Gerüst soll sich gut bewährt, aber keineswegs als zu stark erwiesen haben; es wurde beim Aufstellen und Justiren um 5 cm überhöht, um welches Maß es sich aber schon beim ersten Belasten zusammengedrückt haben soll und beim Fortschreiten der Wölbung die Standgerüstbalken derart gepreßt wurden, daß man noch eine Aussteifung mit Pfosten an diesen Stellen für nötig gefunden hätte. Insbesondere sollen die Unterlagsplatten der Wölbschrauben, welche je ein Gewicht von 33500 kg zu tragen erhielten, sich 5 cm tief in die darüber liegenden Bogengerüstbalken eingefressen haben, weshalb man bei der zweiten Aufstellung des Gerüstes die gepreßten Stellen ausschneiden und Eichenholz einsetzen ließ. Unten waren die Schrauben auf eichenen Klötzen aufgesetzt.

Was die Hochgerüste zum Wölben selbst betrifft, so bestehen diese aus zwei Fahrschlittbahnen c und d, Fig. 2, von denen die eine d die Transportbahn e, Fig. 2, 4 und 5, mit übergreift zum Abheben der Steine und des Mörtels. Die Mittellängswand f, Fig. 2, wurde zuerst auf den mittleren Wölbgerüstbinder, bei fortschreitender Wölbung aber unter Verschnitt auf das Gewölbe selbst aufgestellt. Die Hochgerüste sind aus Rundhölzern hergestellt.

Das Weitere über die Hoch- oder hier Versetzgerüste wird im § 3, Baugerüste, besprochen werden.

§ 3.

Die Baugerüste.

Dieselben sind nicht nur zur Herstellung von Neubauten, sondern auch zur Reparatur derselben erforderlich.

Die Konstruktion der Gerüste und insbesondere ihre Stärke ist abhängig von der Größe und Schwere der Baumaterialien, ob z. B. Backsteine, Bruchsteine oder Quader von bedeutenden Abmessungen gebräuchlich sind. Bei Backsteinbauten werden die Steine von einzelnen Arbeitern oder auch von zweien mittels einer Trage, „Bahre", auf die Gerüste getragen, und zwar in letzterem Falle mittels schiefer Ebenen, „Pritschen", im ersten dagegen mit Hilfe von Leitern oder Pritschen. Dabei sind die Gerüste keiner weiteren Erschütterung ausgesetzt, als ein Mann oder zwei belastete Männer hervorbringen.

Anders verhält es sich bei Bruchstein- oder Quaderbauten, bei denen ebenfalls die Mauersteine auf Bahren getragen, dagegen größere Steine, z. B. Fensterbänke, Gewände ꝛc. oft von 6—8 Mann auf das Gerüst gebracht werden, die dasselbe taktmäßig erschüttern. Damit die Arbeiter auf den Pritschen bequem gehen können, müssen sie die genügende Breite haben.

Die Gerüste zerfallen in:

a) Bockgerüste,
b) Stangengerüste,
c) Abgebundene Gerüste,
d) Fliegende und
e) Hängende Gerüste.

a. Bockgerüste.

Das einfachste Baugerüst wird aus „Böcken, Gerüstböcken" und darüber gelegten Dielen, „Gerüstdielen", konstruirt und kann aus einer oder mehreren Reihen übereinander gestellter Blöcke bestehen, wonach man ein- oder mehretagige Bockgerüste erhält. Der Gebrauch derselben ist folgender:

Bei ordinären Backsteinbauten bedarf man nur auf einer Seite der herzustellenden Mauer ein Gerüst, weil bei diesen Mauern, wenn sie nicht stärker sind, als man noch darüber hinreichen kann, so daß also der Maurer auch an der von ihm abgewendeten Seite der Mauer die Steine „flucht- und lotrecht" verlegen, oder „über die Hand mauern kann", ein zweites Gerüst entbehrlich wird. Man bringt alsdann auf der dem Innern der Gebäude zugekehrten Seite der Mauer die Gerüste an, wodurch man noch den Vorteil erlangt, enge Straßen durch die Gerüste nicht zu versperren. Zuerst wird ohne Gerüst bis soweit über die Fensterbrüstungen gemauert, als dies ausführbar ist; alsdann stellt man eine Reihe „Böcke", etwa 1,5—2 m hinter der Mauer mit dieser parallel auf und legt kurze Hölzer, sogenannte „Netzriegel", von den Böcken nach den Fensterbrüstungen, wo sie, nötigenfalls, durch einige trocken verlegte Backsteine oder Holzklötze „unterbauet" werden. Die Netzriegel werden mit Dielen belegt und so ein Gerüst gebildet, auf welchem weiter gemauert werden kann, und zwar oft bis zur sogenannten „Gleiche", d. h. bis zu der Schicht der Mauer, auf welche die Mauerlatten mit der Balkenlage gelegt werden, und die daher horizontal abgeebnet oder „abgeglichen" wird. Kann man diese Höhe von dem Bockgerüste aus nicht erreichen, so wird auf demselben häufig noch ein „Fußgerüst" errichtet, d. h. man legt aus trockenen Backsteinen, dicht an der Mauer, kleine Pfeiler zusammen und legt auf diese wieder Gerüstdielen. Ist die Mauer noch höher, so stellt man auf das erste Bockgerüst ein zweites, wobei man dann nur darauf zu achten hat, daß die Böcke des oberen Gerüstes über die Stützen des ersten zu stehen kommen und nicht über die Zwischenräume. Hat man so die Höhe der Balkenlage erreicht, so wird diese gelegt und von ihr aus gerade so verfahren, wie dies eben beschrieben wurde, so daß man selbst ein vielstöckiges Gebäude von Backsteinen aufmauern kann, ohne anderer als der Bock- und Fußgerüste zu bedürfen.

b. Stangengerüste.

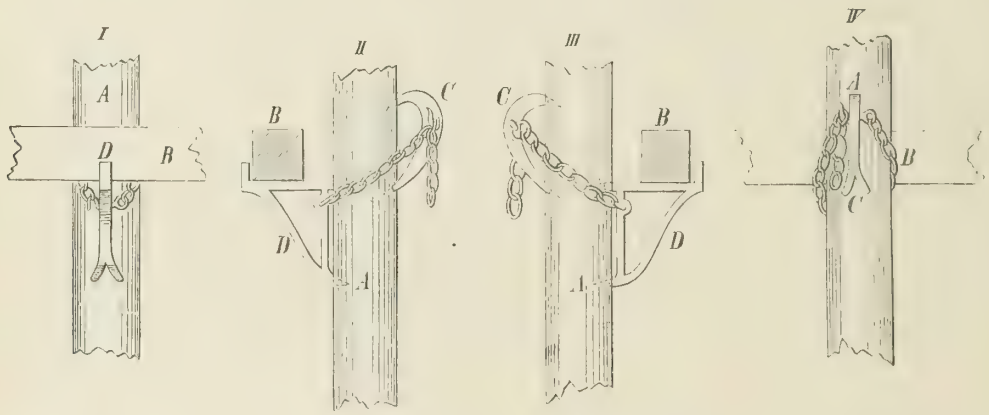
Diese am häufigsten verwendeten Gerüste werden von den Maurern aus runden, gewöhnlich von der Rinde befreiten, tannenen Hölzern aufgestellt. Ein solches Gerüst, welches für hohe Gebäude, bei denen viele Hausteine zu versetzen sind, häufige Verwendung findet, ist auf Taf. 117, Fig. 1—3 dargestellt. Dasselbe besteht aus einem äußeren und inneren Stangengerüst, die unter sich solid verbunden werden müssen, weil sie die oben angebrachte Fahrbahn mit dem „Schlitten" zum Aufziehen und Versetzen der Werkstücke zu tragen haben.

Das Gerüst besteht aus den „Standbäumen" a, den „Beiständern, Bolzen" b, den „Streichstangen, Streichhölzern, Streichen" c und den „Netzriegeln, Gerüsthebeln" d, auf welche die Gerüstdielen aufgelegt werden.

Die Standbäume müssen so lang sein, daß sie noch 1,5—2 m über die am höchsten zu liegen kommenden Steine hinaus ragen; im Falle sie verlängert werden müssen, so läßt man die Enden der Hölzer etwa 1,5 m übereinander greifen und verbindet sie mit Stricken und Spitzklammern nach Fig. 4B. Solider ist die Verlängerung nach Fig. 4C, bei welcher die feste Stellung der Verlängerungsstange nicht allein von der Verbindung wie bei B abhängt, sondern noch durch den Beiständer x unterstützt wird, der mit dem Standbaume mittes Spitzklammern verbunden ist. Standbäume aus einem Stück von durchgehend genügender Stärke sind selbstredend den zusammengesetzten vorzuziehen; mitunter läßt man auch ganze mit zusammengesetzten abwechseln, doch so, daß stets die beiden äußersten aus ganzen Hölzern bestehen. Die Stärke der Standbäume beträgt am unteren Ende 20—25 cm, welche sich bei sehr hohen Gebäuden bis auf 30 cm steigert; ihre Entfernung von der Mauer, gegen welche man ihnen nach oben eine kleine Neigung giebt, ist abhängig davon, ob die Mauer mit oder ohne Vorbauten hergestellt werden soll und beträgt 2—3 m. Unter sich haben die Standbäume eine Entfernung von ca. 3 m. Sie werden 1,2—1,5 m tief in den Boden eingegraben und mit Dielstücken und Steinen ꝛc. fest umschlossen, damit sie einen möglichst festen Stand bekommen, der außerdem noch durch schräg eingegrabene Hölzer, welche als Büge oder Streben wirken, gesichert wird.

An den Standbäumen werden nun, in den für die Arbeiter passenden Höhen, die Streichhölzer c mittels Stricken oder Spitzklammern befestigt, oder durch eiserne Gerüstträger Fig. 593. Die konsolartig gestalteten Träger D, welche das Streichholz B unterstützen, greifen an ihrem oberen Teile mit einer einfachen, am unteren Ende dagegen mit gespaltener Spitze in den Standbaum ein, Fig. I und II, und werden in dieser Lage durch eine Kette befestigt, welche sich um den Standbaum schlingt und durch eine mondsichelartige Krampe C gehalten wird. Auch diese Krampe hat oberhalb eine einfache und unterhalb eine gespaltene Spitze um in den Standbaum A eingetrieben zu werden. Die Kette besteht aus zwei Teilen; der eine derselben ist mit einem Ende an der Krampe befestigt und kann mit dem andern über einen Haken am vertikalen Teil des Trägers gehängt werden, Fig. I und IV. Der zweite Kettenteil ist am Träger befestigt und wird über einen Haken an der Krampe gehängt, Fig. I; dieser Kettenteil ist der längere, wie dies die Figuren zeigen, und durch seine Verlängerung oder Verkürzung wird die richtige Lage der Träger regulirt. Die Gerüstträger sind sehr solid und geeignet, große Lasten zu tragen, wenn sie aus gutem, weichen Eisen hergestellt werden.

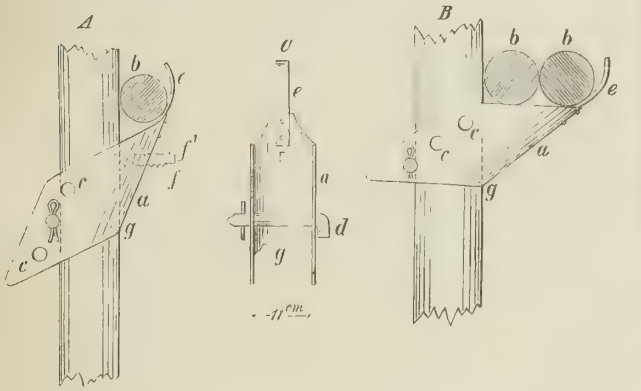
Fig. 421.



Ein anderer Träger der Streichhölzer ist unter dem Namen „Patentirter Baugerüsthalter" von Biringer und Peschke in Zweibrücken (Rheinpfalz) bekannt und in Fig. 594 A—C abgebildet. Derselbe besteht aus einer dem Durchmesser der Standbäume entsprechend gebogenen Spange a von starkem Eisenblech, Fig. 594, deren Biegung einen Zwischenraum von 11—24 cm hat, je nach der Stärke der Standbäume. An beiden vorderen Rändern ist der Gerüsthalter mit je 3 Öffnungen c versehen, welche nach Verhältnis seiner Lage zum Anbringen eines Einsteckbolzens d

Fig. C dienen. Das Streichholz b, Fig. A, wird auf den oberen Rand des Halters gelegt, woselbst ein angenieteter Blechstreifen e, der gegen das Holz noch umgebogen werden kann, das Abgleiten desselben verhindert. Außerdem ist mittels eines kleinen gezahnten Hebels f, Fig. A, eine Sperrvorrichtung angebracht, deren Wirkung darin besteht, daß durch einige Hammerschläge auf das dem Standbaum zunächst liegende Ende des Hebels, derselbe, während er die Lage f' annimmt, in das Holz eindringt und vermöge seiner Zahnung den Halter verhindert herabzusinken, oder im Falle der unten bei g gezahnte Halter in den Standbaum eingehakt ist, sich um den Punkt g zu drehen.

Fig 594.



Müssen die Streichen verlängert werden, so geschieht dies auf einem Gerüsthalter Fig. B, welcher die etwa 50 cm übereinander verlängerten Enden der Streichhölzer b aufnimmt und daher in die in Fig. B gezeichnete Lage gebracht wird.

Diese Gerüsthalter dürften jedoch nur bei leicht zu belastenden Gerüsten Anwendung finden, bei welchen die Beiständer entbehrlich werden sollen.

Auf Taf. 117 sind die Streichhölzer c nicht allein durch Beiständer b, welche hinter den Standbäumen stehen und mit ihnen durch Klammern verbunden sind, unterstützt, sondern sie erhalten auch noch eine Unterstützung zwischen den Ständern durch kurze Rundhölzer, „Bolzen", welche von Streichholz zu Streichholz greifen und mit diesen nach Fig. 4 D durch Klammern verbunden sind. Diese sehr gebräuchliche Anordnung bezweckt eine möglichst weite Stellung der kostspieligen Standbäume, wodurch außerdem der Vorteil erreicht wird, daß man große zu versetzende Werkstücke, wie Podestplatten ꝛc., durch Wegnahme eines Bolzens leicht unter den Aufzug bringen kann.

Auf den Streichhölzern ruhen die Netzriegel d, in einer der Tragkraft der darauf zu legenden Dielen angepaßten Entfernung voneinander.

Ist ein Gerüst hinter der Mauer nicht nötig, dann werden die Netzriegel mit einem Ende in „Gerüstlöcher" gesteckt, welche in der Mauer ausgespart werden. Erfordern dagegen beide Mauerseiten zu ihrer Herstellung Gerüste, Taf. 117, so läßt man die Netzriegel durch die Mauer greifen, damit sie außen und innen als Gerüstbalken dienen können. Außerdem erhalten die beiden Gerüstwände durch die Netzriegel einen Querverband, welcher durch die Hölzer f noch erhöht wird. Die Befestigung der Netzriegel mit den Streichbalken findet mittels Gerüstklammern oder Seilen statt. Kann der Fahrschlitten entbehrt werden, dann erfolgt eine weit einfachere Herstellung des inneren Gerüstes und zwar dadurch, daß man das innere Ende der Netzriegel durch eine Pfette und darunter gesetzte Pfosten unterstützt, wobei jedes Stockgebälk als Grundlage des darauf zu setzenden Gerüstes betrachtet wird. Auf Taf. 117 sind nur die Fensteröffnungen zum Durchstecken der Netzriegel benutzt. Die äußere Gerüstwand kann nun den lokalen Verhältnissen entsprechend, entweder durch die schrägen Bänder g oder die Streben f, gegen Schwankung geschützt werden.

Was nun die Endigung des Gerüstes betrifft, die zur Aufnahme der Fahrbahn für den Versetzschlitten dienen soll, so besteht sie darin, daß die Standbäume, nachdem sie auf gleicher Höhe abgeschnitten worden sind, mit den Holmen i, Taf. 117, Fig. 1—2 abgedeckt und mit ihnen mittels Klammern verbunden werden. Die Holme können, wenn es nötig sein sollte, leicht verdoppelt werden, durch Anbringung derselben auf den Beiständern b. Auf die Holme gehören eigentlich die Bahnschienen gelegt und mit denselben befestigt, was jedoch hier nicht stattfindet, indem die Querbalken k die Schwellen l zu tragen haben, auf welchen die Eisenbahnschienen m befestigt sind, und die an den Enden eine Aufbiegung erhalten, damit der Schlitten nicht entgleisen kann. Diese Konstruktion finden die Meister bequemer, weil sie die Gerüstwände unabhängig von den Dimensionen des Schlittens in beliebiger Entfernung voneinander aufstellen können. Auch wird nach der Aufstellung der Standbäume der Schlitten zuerst nur auf eine Höhe gebracht, um die Steine der beiden unteren Stockwerke versetzen zu können, worauf er in der auf unserer Zeichnung angegebenen Höhe aufgestellt wird.

Die erste Aufstellung geschieht auf Streichbalken, die an den Standbäumen und Beiständern befestigt sind, und um die Standbäume nicht abschneiden zu müssen, wird häufig auch die oberste Aufstellung auf Streichbalken bewerkstelligt. Der Schlitten bewegt sich in einer zur Mauer parallelen Richtung und senkrecht darauf die Windevorrichtung. Beide Bewegungen müssen von den Arbeitern wie man sagt „von Hand" bewirkt werden, während bei der auf Taf. 118 abgebildeten Konstruktion diese Bewegungen weit leichter durch einfache Maschinen stattfinden.

Dieser auf Taf. 117 gezeichneten, ihrer Billigkeit und Einfachheit wegen häufig gebrauchten Versetzvorrichtung

wollen wir die solidere auf Taf. 118 folgen lassen, worauf sodann die Windevorrichtung, Taf. 119, besprochen werden soll.

Auf die Standbäume werden kurze Sattelhölzer g, Fig. 1, Taf. 118, etwa 0,60 m lang, aufgezapft und mit jenen durch eiserne Klammern verbunden. Die Sattelhölzer tragen die Holme „Schappelhölzer" c und sind dazu bestimmt, die ungleiche Höhe der Standbäume auszugleichen und die darüber liegenden Holme bequemer stoßen zu können.

Auf den Holmen ruhen die Eisenbahnschienen h, auf welchen sich der Schlitten zu bewegen hat.

Derselbe besteht hier aus zwei starken verzahnten, oft auch verdübelten Balken, die in paralleler Lage, mit einem Zwischenraum von 0,90—1,10 m rechtwinklig über die Holme gestreckt werden. Sie ruhen mittels Rädern d Fig. 1 3, welche an einem Schwellengerüst befestigt sind, das an den Enden des Schlittens angebracht ist, auf den Schienen h, die auf den Holmen befestigt sind. Diese Schwellen tragen zugleich ein kleines Gerüst, welches zuweilen, wie links in Fig. 1 und 3 gezeichnet, mit einem Dach versehen wird, um Schutz gegen Regen zu bieten. Auf einer der Achsen k, Fig. 1, sitzt je ein Tretrad A, Fig. 1—3, welche durch die Füße der Arbeiter in drehende Bewegung gesetzt, den Schlitten, rechtwinklig auf seine Länge, nach beiden Seiten hin bewegen können. Auf dem Schlitten steht die eiserne Windevorrichtung ebenfalls auf eisernen Rädern, die auf Schienen laufen, die auf den Balken des Schlittens befestigt sind. An den Enden des Schlittens sind endlich sogenannte Hornhaspel B B angebracht, über deren Wellen Taue gehen, welche mit dem freien Ende an der Windevorrichtung befestigt sind, wie dies aus Fig. 2 deutlich hervorgeht. Zu beiden Seiten des Schlittens sind mittels angeschraubter hölzerner Konsolen schmale, mit einem Handgeländer versehene Laufgerüste für die an der Windevorrichtung beschäftigten Arbeiter angebracht.

Der an dem Tau der Windevorrichtung hängende, und daher in vertikaler Richtung bewegliche Quader u. s. w. kann auf dem Schlitten durch die Haspel B, B horizontal vor und zurück, und mittels des Schlittens selbst und mit Hilfe der Treträder A, A auch seitwärts bewegt werden, so daß er mit Leichtigkeit über jede von dem Gerüst beherrschte Stelle gebracht und an dem Tau niedergelassen werden kann.

Diese hier beschriebene Vorrichtung dürfte aus den Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. 118, in welchen gleiche Gegenstände auch mit gleichen Buchstaben bezeichnet sind, deutlich hervorgehen; daher auch nur noch einige Worte über die Details.

Fig. 4 α zeigt das Tretrad A in einer vorderen Ansicht mit seiner eisernen Achse b und den Zapfenlagern a für dieselbe. Diese, meistens von Weißbuchenholz gefertigten Zapfenlager sind in Fig. 4 δ noch besonders gezeichnet, sowie Fig. 4 ε die eiserne Achse b einzeln darstellt. Fig. 4 β und γ zeigen das Tretrad in einer Seitenansicht und im Durchschnitt, woraus hervorgeht, daß dasselbe aus zwei Felgenlagen, ganz so wie ein Mühlrad, angefertigt ist. Fig. 5 α und β zeigen das an den Seiten der Schlittenbalken befindliche Laufgerüst. Fig. α in einem Querschnitt, wobei der verzahnte Schlittenbalken mit der Laufschiene für die Windevorrichtung ebenfalls im Durchschnitt erscheint; auch geht die Konstruktion der hölzernen Konsolen zum Tragen des Laufgerüstes deutlich aus dieser Figur hervor. Figur 5 β giebt eine obere Ansicht von Fig. 5 α.

Die Stärke der Balken für den Schlitten muß so berechnet werden, daß sie ohne ihr gleichförmig verteiltes eigenes Gewicht die Windevorrichtung und den schwersten zu versetzenden Quader in der Mitte ihrer Länge, als dem schwächsten Punkte, tragen können. Mit den auf unserer Tafel abgebildeten wurden Steine bis zum Gewicht von 100 Ctr. versetzt.

Über die Windevorrichtung selbst noch einige Worte.

Taf. 119 zeigt in den Fig. 1, 2 und 3 die mehrfach erwähnte Windevorrichtung, wie sie häufig im Gebrauch ist und sich bewährt hat. Sie ist im stande, Lasten bis zu 100 Ctr. zu heben. Fig. 1 zeigt eine Seiten-, Fig. 3 eine Vorderansicht und Fig. 2 eine Ansicht von oben. Es ist eine gewöhnliche Winde, die durch Kurbeln bewegt und nach Erfordernis einfach oder doppelt „vorgelegt" werden kann. Auf der Kurbelwelle befindet sich ein Sperrrad und ein Getriebe T, welches, bei der gezeichneten Lage, in das Stirnrad R greift; an der Achse dieses sitzt ein zweites Getriebe T′, welches in ein zweites Stirnrad R′ eingreift, und auf der Achse dieses zweiten Rades befindet sich die Trommel W, auf welche sich das Windetau aufwickelt. Es ist also diese Trommel nach der Zeichnung in unseren Figuren „doppelt vorgelegt". Hierdurch wird bekanntlich an Kraft gewonnen, an Zeit aber verloren; man wird daher diese Anordnung nur bei den größten zu hebenden Lasten beibehalten. Sind geringere Lasten zu heben, so wird die Kurbelwelle (in Fig. 3) links gerückt, dann verläßt das Getriebe T das Rad R und greift in das Rad R′ ein, so daß die Winde alsdann nur „einfach vorgelegt" erscheint.

Auf der Achse des Rades R befindet sich die Bremsscheibe P und ein darunter gelegter Bremsring kann durch den Hebel A mehr oder weniger angezogen werden, so daß man durch denselben im stande ist, das Abrollen des Taues, nach aufgehobenem Sperrkegel S, zu reguliren.

Die Anordnung der ganzen Windevorrichtung geht aus den Zeichnungen deutlich hervor, und wir bemerken daher nur noch, daß die Achsen der beiden Räder R und R′ und die der Kurbelwelle in Fig. 1 in den Winkelspitzen eines gleichseitigen Dreiecks liegen, und das ferner sowohl

diese beiden Räder, als auch die beiden Getriebe T und T′ ganz gleiche Teilung und die gleiche Anzahl Zähne haben müssen. Um Raum zu gewinnen, ist die Horizontalprojektion Fig. 2 etwas schmäler gezeichnet und deshalb das äußere Breitenmaß, welches 1,20 m beträgt, hier und in Fig. 3 eingeschrieben.

c. Abgebundene Gerüste.

Während Stangengerüste aus Rundholz der Maurer aufstellt, werden abgebundene Gerüste aus bearbeitetem, meist kantigem Holz vom Zimmermann nach Zeichnung angefertigt. Diese Gerüste sind zwar teurer als jene, aber auch entschieden solider und zuverlässiger, weshalb sie zu bedeutenden, mehrere Jahre in Anspruch nehmenden Bauausführungen schon längst verwendet werden. Dabei werden nicht selten die Füße der Standbäume, um sie vor Fäulnis zu schützen, in eichene Schwellen oder noch besser in steinerne Postamente gesetzt, welche des Wasserablaufes wegen oben abgedacht sind und mit entsprechender Länge in den Boden eingreifen. Insbesondere ist die Verknüpfung der Gerüsthölzer eine ausgezeichnete, indem anstatt der Stricke, Klammern, Gerüsthalter u. s. w. durchweg Schraubenbolzen zur Verwendung kommen. Taf. 120 (Fig. 1—3) zeigt ein abgebundenes Gerüst*), welches jedoch nicht für die Neuherstellung der Dreieinigkeits-Kirche in Paris, sondern nur für deren Reparatur bestimmt war. Da die Hauptfassade, Fig. 1, zur Vermeidung von Beschädigungen zur Gerüstherstellung nicht benutzt werden durfte, so mußte dieselbe, wie zur Aufführung eines Neubaues, vom Boden aus beginnen, und nur die Standbäume des Turmgerüstes wurden teilweise vom Gebäude getragen. Zur Erklärung des leicht verständlichen Gerüstes haben wir nur noch weniges beizufügen.

Die unten 25/25 cm starken Standbäume sind bei einer Länge von 28 m gestoßen und die 0,75 m langen Stoßflächen mit zwei eisernen Bändern umgeben, welche mittels Bolzen fest angepreßt wurden. Die Absteifung der Standbäume geschah in horizontaler Richtung durch Zangen, Fig. 5—6, und Streichbalken, die mit ihnen verbolzt sind; in schräger Richtung mittels Streben von der Stärke der Standbäume, welche mit diesen nach Fig. 4 verbunden und mit den Streichbalken ebenfalls verbolzt waren.

Bei dem zur Hälfte gezeichneten Grundriß, Fig. 3, giebt das diagonal gestellte innere Viereck die Zangenverbindung an, welche zur Bodenkonstruktion notwendig war, um die Kuppel in allen Teilen repariren zu können.

Was das Besteigen des Gerüstes betrifft, so wurden bis zur freien Entwickelung des Turmes teils Turmtreppen, teils Leitern, von da ab jedoch die mit dem Gerüst fest verbundenen Treppen mit Geländern benutzt.

Während Taf. 120 ein äußeres Gerüst darstellt, ist auf Taf. 121 ein inneres abgebundenes Gerüst gezeichnet, welches den bereits erwähnten Oppermann'schen Annalen Band 16 entnommen ist und zur Montirung des Daches der großen Einsteighalle des neuen Bahnhofes in Orleans konstruirt wurde.

An die Aufführung dieser Halle, welche an die Stelle der alten von Holz erbauten zu stehen kam, war die Bedingung geknüpft, daß der Verkehr nicht unterbrochen werden dürfe. Aus diesem Grunde und um nicht die ganze Halle mit einem sehr teueren Gerüst versehen zu müssen, suchte man ein bewegliches Gerüst zu konstruiren und zwar von einer Größe, welche die Aufstellung je zweier Dachbinder ermöglichte. Da von den 8 Geleisen der Halle auf die Dauer der Aufstellung des Daches 2 entbehrt werden konnten, so wählte man diese Geleise a, Fig. 1, Taf. 121, zur Fahrbahn für die beiden achträderigen Gerüstwagen b, Fig. 1—3, welche als Hauptstützpunkte des Gerüstes konstruirt werden sollten. Weitere Stützpunkte zwischen den beiden Wagen glaubte man ohne Nachteil für den Verkehr in der Längenachse der Halle zu finden, woselbst ein einfaches Schienengeleis c für je zwei hintereinander velocipedartig angeordnete Räder d, Fig. 1, für jeden Gerüstpfosten, beziehungsweise für vier Räder unter die beiden Pfosten angelegt wurde. Es kann somit die mittlere Unterstützung d, Fig. 1, des Gerüstes als die Hälfte der beiden Gerüstwagen angesehen werden. Beide Unterstützungen sind in Fig. 2 punktirt dargestellt. Fig. 4—5 zeigen die Konstruktion von 4 gekuppelten Rädern, beziehungsweise die Hälfte der seitlichen, und Fig. 4 und 6 die von 2 gekuppelten Rädern oder die Hälfte der mittleren Unterstützung des Gerüstes.

Auf den Gerüstwagen wurde nun das aus Pfosten, Zangen und Strebebändern bestehende und sorgfältig verbolzte Gerüst in einer Weise aufgebaut, daß es möglich war, die aus 8 Gitterträgern bestehenden Dachbinder mit Zubehör aufstellen zu können.

Zu diesem Zwecke mußte ein die ganze Breite der Halle einnehmender Boden e, sowie ein Zwischenboden f geschaffen, und das Gerüst mit Sparren g nach der Richtung der Dachflächen abgedeckt werden. Anstatt gewöhnlicher Dachschalung wurde eine stufenförmige, des bequemeren Begehens wegen, aufgebracht.

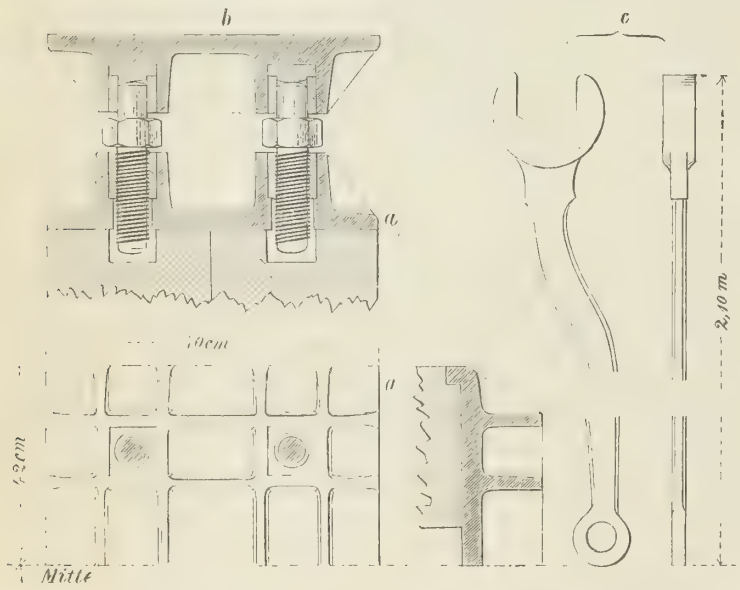
Der Hauptboden e ist zur Hälfte in Fig. 2 mit der Aufzugsöffnung h gezeichnet; um dem Gebälk desselben, da wo es am meisten frei liegt, eine weitere Unterstützung zu geben, sind die Andreaskreuze k, Fig. 2, angebracht, welche zugleich den Boden gegen horizontale Verschiebung sichern sollen. Der Hauptaufzug der Konstruktionsteile des Daches

*) Oppermann, Nouvelles Annales de la Construction. Échafaudages de l'église de la Trinité à Paris. Tome 19.

ist in l, Fig. 3, dargestellt; während die verschieden hohen pyramidalen Leitern m, Fig. 1 und 3, zum Aufziehen vom Hauptboden aus, auf dem sie aufgestellt sind, benutzt werden. Zum Besteigen des Gerüstes sind zu beiden Seiten desselben Treppen n, Fig. 1 und 3, angebracht. Mit i, Fig. 1, sind die Notdächer zum Schutze der Reisenden bezeichnet.

Sollen Gerüste zur Fortsetzung oder Vollendung begonnener Bauwerke, wie bei den Türmen des Kölner Domes u. s. w., angeordnet werden, so wird der fertige Bauteil als Träger des Gerüstes benutzt und dasselbe aber nicht mit einem Male hergestellt, sondern allmählich nach Maßgabe der fortgeschrittenen Bauarbeit fortgeführt, wobei der neue Mauerkörper stets wieder zur Unterstützung des darüber anzulegenden Gerüstes benutzt wird. Die Konstruktion derartiger Gerüste kann nach dem bisher Vorgetragenen keine Schwierigkeit haben.

Fig. 595.



Außerordentlich genau und solid konstruirte Gerüste wurden in der Kathedrale von Bayeux aufgestellt, um den Vierungsturm zu stützen, dessen vier schadhafte Pfeiler erneuert werden mußten. Die ebenso lehrreichen als interessanten Konstruktionen sind in dem nachstehenden Werke mit dem Plan der Kirche publizirt, worauf wir aufmerksam machen: Cathédrale de Bayeux. Reprise en Sous-Oeuvres de la tour centrale par M. E. Flachat. Paris 1861.

Daraus ist der Apparat Fig. 595 entnommen, welcher in doppelter Anordnung zwischen dem unteren und oberen Teile des Gerüstes unter einer Turmwand zur Verspannung und späteren Ablösung angebracht wurde. Die im Grundriß nur zur Hälfte dargestellte Fußplatte a wird auf den unteren Gerüstteil gesetzt, während der obere, die Turmmauer direkt stützende Gerüstteil auf der Platte b aufsitzt. Die 8 Schraubengewinde der beiden Apparate werden mittels 2,10 m langer Hebel c gleichzeitig angezogen oder abgelassen.

Zu den abgebundenen Gerüsten müssen wir auch den auf Taf. 122, Fig. 1—7 dargestellten Apparat zur Aufstellung eines sogenannten Richtebaumes rechnen, welcher von den Zimmerleuten zum Aufziehen großer und schwerer Verbandstücke benutzt wird. Mit dieser eine Art Krahn bildenden Konstruktion werden nicht allein Hölzer, sondern auch andere nicht zu große Lasten aufgezogen. Der Krahn befindet sich innerhalb eines besonderen Gerüstes, um bei einem in seinen Mauern bereits fertigen Gebäude, unabhängig von diesem, aufgestellt werden zu können, wodurch er sich von dem gewöhnlichen Richtbaum, den wir als bekannt annehmen können, unterscheidet.

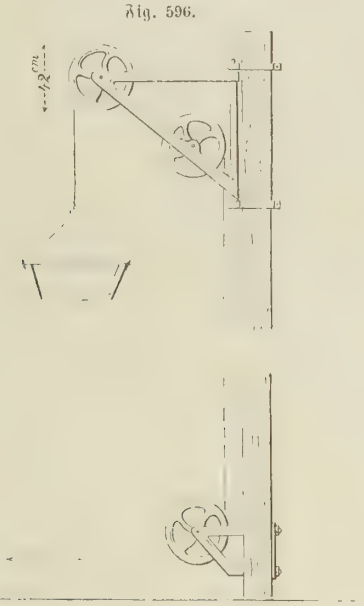
Fig. 1 ist seine Vorder-, Fig. 2 die Seitenansicht, Fig. 3 die untere Schwellenlage und die Fig. 4—7 zeigen die Grundrisse in den verschiedenen Stockwerken der Reihe nach, so daß Fig. 7 eine Ansicht von oben des mit IK in Fig. 2 bezeichneten obersten Stockwerks darstellt.

Das Gerüst besteht aus Schwellen, Pfosten, Bügen oder Strebebändern, Pfetten und Balken, und steht auf untergelegten großen Steinen. Die unteren Schwellen sind verlängert, um durch in sie verzapfte Streben oder Büge das Schwanken nach der Seite zu verhüten. In der Mitte vor dem Gerüste und dem Rüstbaume ist ein Pfahl A eingeschlagen, welcher das Ausweichen nach vorn verhindert. Auf einer besonderen Schwelle (im untersten Stockwerke) steht der untere Teil des Richtbaums, der bis in das dritte Stockwerk reicht und mit der Pfette des ersten Stockwerks verbolzt ist. Er wird außerdem noch durch die beiden, auf der verlängerten äußeren, unteren Schwelle stehenden Streben, die mit ihm und den Eckpfosten des Gerüstes verbolzt sind, gehalten. Eine nochmalige Verstrebung erhält er durch die Büge des zweiten Stockwerks des Gerüstes (vergl. Fig. 1). Hinter diesem unteren Teile des Richtbaumes steht, auf einer besonderen starken Schwelle a im zweiten Stockwerke, der obere Teil oder der eigentliche Richtbaum, welcher mit dem unteren zusammengebolzt ist. Die in den beiden oberen Stockwerken (Fig. 6 und 7) schräg gelegten Hölzer halten ihn gegen ein Ausweichen nach dem Gebäude zu. Dieser Baum ist oben abgerundet und mit einem runden Zapfen versehen. Auf diesem Zapfen dreht sich ein starker Klotz, der in Fig. 1 zu oberst in der Vorderansicht erscheint. An den Seiten dieses Klotzes sind starke vertikale Bohlen angezapft, die oben über ihn hinausragen und nach unten so weit verlängert sind, als der abgerundete Teil des Baumes

reicht; hier sind sie durch zwei Querhölzer, die den Baum umfassen, zusammengebolzt. Der Klotz, die Bohlen und die zuletzt genannten Querhölzer bilden so gewissermaßen einen um den Baum drehbaren Kasten. Auf dem Klotze ruht der „Ausleger“ oder Krahnbalken, der mit den oberen Enden der Bohlen durch einen Bolzen verbunden, und mit zwei festen Rollen zur Leitung des Taues des Flaschenzugs versehen ist. Um den Ausleger in seiner Lage zu erhalten, gehen auf jeder Seite zwei eiserne Streben von ihm zu den Bohlen, wie dies Fig. 2 zeigt.

An die Bohlen sind unterhalb zwei starke eiserne Ösen (c Fig. 2) befestigt, durch welche ein Hebel d gesteckt wird, vermittelst dessen man im stande ist, die Bohlen und mit ihnen den Ausleger zu drehen, um die gehobene

Fig. 596.



Last „hereinholen“ und auf das Gerüst niederlegen zu können. Bei Balken und anderen langen Hölzern geschieht dies auf einer Walze b, Fig. 1 und 7, so daß sie leicht hereingezogen werden können. Das Tau des Flaschenzugs geht von der hinteren Rolle des Auslegers bis auf den Erdboden hinab, wo entweder im Innern des Gerüsts eine Winde aufgestellt, oder eine feste Rolle (ein sogenannter „Frosch“) angebracht ist, welche das Tau bis zu der Stelle leitet, wo die bewegende Kraft angebracht ist.*)

Einen einfacheren Aufzug zum Transport von Holz und anderen Baustoffen zeigt Fig. 596, der wohl keiner weiteren Erklärung bedarf.

Es mögen hier nun noch zwei kleinere abgebundene Gerüste Platz finden.

Taf. 123, Fig. 3 zeigt ein bewegliches Gerüst, welches bei dem Bau der von Schinkel entworfenen Garnisonskirche in Potsdam zum Aufstellen der Säulen und zum Aufbringen der großen Architravstücke benutzt wurde.

Man streckte quer vor dem Portikus die Doppelschwellen A, A Fig. 3, Taf. 123, legte darauf die 12 cm dicken eisernen Walzen x, x und stellte dann auf diese Walzen das 15 m hohe Gerüst B, so daß die Schwellen desselben unmittelbar auf den eisernen Walzen lagen. Dieses Gerüst B konnte man daher leicht vor jede Säule und vor jeden Zwischenraum rücken. Zwischen den Säulen war in mehreren Abteilungen das feststehende Gerüst C aufgestellt, und auf demselben rollt sich das Gerüst D auf 27 cm starken hölzernen Walzen y. Von dem Gerüst D nach B hinüber waren starke Balken gestreckt und mit den Gerüsten noch durch angebolzte Streben verbunden. Auf diesen Balken rollte der „Wagen“ E auf 24 cm starken Walzen, mit welchem die Werkstücke, nachdem sie zwischen den Gerüsten aufgewunden waren, genau über die für sie bestimmte Stelle hingerollt und niedergelassen werden konnten.

Fig. 1 und 2, Taf. 123 zeigen ein aus dem Emy'schen Werke entnommenes, gleichfalls bewegliches Gerüst, welches etwa zum Putzen und Malen eines großen Saales mit gewölbter Decke vorteilhaft verwendet werden kann, wenn der Saal sehr lang ist. Die Figuren geben die Konstruktion so deutlich, daß eine Erklärung unnötig erscheint; und wir wollen dazu nur noch bemerken, daß man unter die eisernen, zur Bewegung des Gerüstes bestimmten Räder Laufdielen legen muß, auf denen Leisten befestigt sein müssen, welche die Räder leiten, um ein Schieflaufen und dadurch herbeigeführtes Anstreifen an den Saalwänden zu vermeiden.

Bewegliche Gerüste zu gleichem Zwecke, wie das in Fig. 1—2 dargestellte, hat man auch schon in Gestalt eines Prismas oder einer abgekürzten Pyramide von quadrater oder rechteckiger Grundform von ca. 3—4 m Seite und einer dem jeweiligen Bedürfnis entsprechenden Höhe konstruirt, welche man „Gerüsttürme“ nennt. Bei der höchst einfachen Herstellung derselben hat man hauptsächlich darauf zu achten, daß die Schwellen, in welchen die Pfosten sitzen und unter welchen die Räder sich befinden, durch Anordnung von einem oder mehreren Andreaskreuzen gegen Verschiebung gesichert werden. Die Abteilungen in Etagen können fest oder beweglich sein; im letzteren Falle können sie durch Bolzen getragen werden, die in die Löcher eingesteckt werden, welche an den Pfosten angebracht sind.

d. Fliegende Gerüste.

Sollen leichte Arbeiten an einzelnen hoch gelegenen Teilen von Fassaden ausgeführt werden, die mittels Leitern nicht gut vollführt werden können, und wozu man keine Gerüststangen aufstellen will, dann wird ein fliegendes oder schwebendes Gerüst angeordnet.

*) Die Hebeapparate, deren Konstruktion, Anlage und Betrieb, von W. H. Uhland. Jena 1883.

Zu diesem Zweck werden durch Fenster- oder sonstige Maueröffnungen Gerüsthebel von mindestens 15 cm Stärke herausgestreckt, die inwendig sorgfältig abgespreizt und außen mit Dielen von mindestens 35 mm Dicke abgedeckt werden. Diese Dielen müssen auf den Gerüsthebeln gut befestigt und gegen Verschiebung und Aufkippen gesichert werden, insbesondere wenn noch ein kleines Fuß- oder Bockgerüst darauf gesetzt werden soll.

e. Hängende Gerüste.

Die Häng- oder Fahrgerüste, auch Fahrzeuge genannt, dienen ebenfalls zur Vornahme leichter Reparaturen am Äußeren der Gebäude und in gewisser Höhe derselben. Sie bestehen in der Regel aus einem mit Geländer versehenen Fußboden von 0,90 m Breite und 2—4 m Länge, der mit ca. 15 cm hohen gestellten Dielen umgeben ist, damit die aufzulegenden Gegenstände nicht herunterfallen können. Dieser Fußboden liegt auf den unteren Riegeln zweier ihn umgebenden Rahmen von 1,2 m Höhe auf, während an den oberen Riegeln die Seile befestigt sind, an denen das Gerüst hängt. Diese Seile sind an Gerüsthebeln von entsprechender Stärke befestigt, die inwendig wieder fest verspreizt sind.

Sollen die Arbeiter im stande sein, das Gerüst aufzuziehen und abzulassen, so müssen sowohl an den Gerüsthebeln, als auch an den oberen Riegeln der Rahmen Rollscheiben befestigt werden, welche die zur Bewegung des Gerüstes dienenden Seile aufnehmen.

§ 4.

Die Glockenstühle.

Wenn auch die Glockenstühle zu bedeutenden Geläuten in neuerer Zeit meistenteils aus Eisen konstruirt werden, so wird doch der weitaus größte Teil derselben stets noch aus Holz hergestellt, deren Konstruktion als hierher gehörig wir zu besprechen haben, obschon die Glockenstühle als Gerüste betrachtet nicht vorübergehenden, sondern bleibenden Zwecken entsprechen.

Bezüglich der Konstruktion von mittelalterlichen Glockenstühlen verweisen wir auf Viollet-le-Duc „Dictionnaire Raisonné“, tome 2, p. 186 und die Deutsche Bauztg., Jahrg. 1881, S. 505 „Das Münster in Freiburg, von Adler“.

Soll ein Glockenstuhl konstruirt werden, so handelt es sich um die Darstellung eines Gerüstes, auf welchem die oft sehr großen und schweren Glocken nicht nur sicher aufgehängt, sondern auch geläutet, d. h. in eine starke Schwingung gesetzt werden können. Diese Schwingungen sind aber der Festigkeit des Gerüstes immer sehr gefährlich, besonders dadurch, daß sie, sobald irgendwo einmal ein Schwanken des Gerüstes angefangen hat, sie dieses progressiv vergrößern, wodurch dann sehr bald eine Zerstörung der ganzen Verbindung hervorgebracht wird.

Es ist daher nötig, dergleichen Gerüste nur aus gehörig starkem und festem Holze, also aus recht kernigem gesundem Eichenholze zu konstruiren, und dabei den von uns schon früher aufgestellten Grundsatz, jede Verknüpfung von zwei Hölzern nur als ein Scharnier anzusehen, immer vor Augen zu haben. Man wird daher suchen, jeden solchen Knoten als die Winkelspitze eines Dreiecks darzustellen, um ihn zu einem „festen“ und so die ganze Konstruktion unverschieblich zu machen. Da ferner die Hölzer, senkrecht auf ihre Fasern, ihr Volumen durch das Austrocknen verringern, d. h. schwinden, so dürfen nur ganz ausgetrocknete und ausgelaugte zu Glockenstühlen verarbeitet werden; und man wird außerdem noch darauf zu achten haben, daß nicht Hirnholz auf Aderholz gesetzt wird. Wo dies aber nicht zu vermeiden ist, muß man gleich anfänglich Fürsorge treffen, die durch das Austrocknen der Hölzer sich öffnenden Fugen später leicht wieder schließen und die dadurch locker gewordene Verknüpfung wieder befestigen zu können.

Die gewöhnlichen Vorrichtungen in dieser Beziehung sind Schraubenbolzen und schmiedeiserne Keile, welch' letztere man zwischen blechernen Futtern nachtreiben kann.

Das Innere des Glockenstuhles muß ferner von allen Verbandstücken möglichst frei bleiben, damit die Glocke ungehindert schwingen kann und nirgends anstößt. Kleinere Glocken werden zuweilen durch den Übermut der an den Zugseilen Angestellten zum Überschlagen gebracht; man muß daher, steht dies zu befürchten (was bei sehr großen Glocken nicht der Fall ist), den Stuhl so einrichten, daß die Glocke möglicherweise einen ganzen Kreis beschreiben kann, ohne anzustoßen. Besonders wenn zwei oder mehrere Glocken in einem Stuhle übereinander hängen, muß man darauf achten, daß sie sich nie berühren können. Die Fig. 10 und 11, Taf. 124 α und β zeigen ein Paar Glockenstühle für sich gezeichnet, und man sieht, daß ein solcher aus Schwellen, Pfosten, Pfetten und Bügen zusammengestellt wird. Eine große Rolle spielen die Büge, und diese müssen immer mit starken Versatzungen in die Schwellen, Pfosten oder Pfetten eingesetzt und außerdem hier durch eiserne Zugbänder oder Schraubenbolzen befestigt werden.

Ist der Glockenstuhl in sich nun aber auch möglichst fest und unverschieblich verbunden, so werden doch, schon wegen der Elastizität des Materials, Schwingungen stattfinden, die, durch das Läuten der Glocken hervorgerufen, sich dem ganzen Glockenstuhle mitteilen. Es ist daher nötig, den letzteren so aufzustellen, daß diese nie ganz zu vermeidenden Schwingungen dem Gebäude, in welchem er steht, nicht gefährlich werden können. Es muß daher in dieser Beziehung Grundsatz bleiben, den Glockenstuhl möglichst frei aufzustellen, so daß die Verbandstücke desselben nirgends in unmittelbarer Verbindung mit den Mauern oder Wänden des Gebäudes stehen, sondern nur von diesen

getragen werden. Da in den meisten Fällen es die Türme sind, in denen die Glockenstühle aufgestellt werden sollen, Türme aber am wenigsten die durch eine fehlerhafte Konstruktion der letzteren hervorgerufenen Erschütterungen ertragen können, so wollen wir in einem Beispiele zeigen, wie man in einem bereits beschädigten Turme ein großes Glockengerüst nach den oben besprochenen Grundsätzen aufgestellt hat, und wählen dazu das Glockengerüst für den Turm der St. Thomaskirche in Leipzig, welches von der k. preuß. Oberbaudeputation entworfen, und in dem „Notizblatte des Architekten-Vereins zu Berlin", Jahrg. 1837 mitgeteilt und auf unserer Taf. 124 dargestellt ist. Es heißt daselbst:

Der gedachte Turm enthielt mehrere fehlerhaft konstruirte Glockenstühle, welche auf das Gebäude einen so nachteiligen Einfluß ausübten, daß im Jahre 1827 der Gebrauch der größeren Glocke eingestellt werden und 1833 die Erneuerung der Glockenstühle erfolgen mußte.

Der Fehler in der Konstruktion der alten Glockenstühle bestand hauptsächlich darin, daß ihre Gebälke in den Mauern des Turmes ruheten, und diesem die Schwingungen der Glocken in einem solchem Grade mitteilten, daß das ganze Gemäuer beträchtlich schwankte. Bei der Erneuerung kam es darauf an, die Glockenstühle völlig getrennt von den Mauern auf ein fest verbundenes, möglichst tief in den Turm herabreichendes Holzgerüste zu stellen, dessen Schwankungen dem Mauerwerke in keiner Weise nachteilig würden.

Das untere Geschoß des Turmes, dessen Kreuzgewölbe die zum Tragen des Gerüstes erforderliche Stärke nicht hatte, mußte als Vorhalle der Kirche beibehalten und selbst während der Bauzeit benutzt werden, es war daher nicht möglich, das Kreuzgewölbe durch ein stärkeres zu ersetzen, auch war die Anlage eines neuen Gewölbes über dem alten wegen einer neben dem Turme liegenden Wendeltreppe mit Schwierigkeiten verbunden.

Zur Verankerung der aus Bruchsteinen aufgeführten Mauern bestand in dem oberen Teile des Turmes, da, wo das Viereck desselben in ein Achteck übergeht (zwischen den Linien c d und e f, Fig. 1 und 2) ein kreuzweise gelegtes Gebälk, welches gleichfalls beibehalten werden mußte.

Zur Ausführung des Gerüstes und der Glockenstühle selbst waren gehörig ausgelaugte, seit mehreren Jahren aufbewahrte eichene Hölzer vorhanden.

Mit Rücksicht auf diese Umstände wurde der auf Tafel 124 dargestellte Entwurf ausgearbeitet und mit folgenden Erläuterungen zur Ausführung übergeben.

In den Winkeln des Turmes, nahe über dem Kreuzgewölbe der Vorhalle, werden nach diagonalen Richtungen kleine Spitzbogengewölbe in Absätzen über- und voreinander, in ähnlicher Art, wie oberhalb in dem Turme, wo das Viereck des Mauerwerks in ein Achteck übergeht, herauszuwölben, miteinander gehörig zu verbinden und oberhalb abzugleichen sein. Die Widerlager dieser Gewölbe und die Verzahnung ihrer Übermauerungen müssen, für jeden Absatz besonders, möglichst sorgfältig und nötigenfalls mit dem Meißel so ausgearbeitet werden, daß kein Ausgleiten der Gewölbe und der Übermauerungen nach den Seiten stattfinden kann. Hierbei wird man übrigens, da es auf Regelmäßigkeit in Rücksicht der Höhen der Gewölbeanfänge nicht wesentlich ankommt, die großen, lagerhaften Steine des alten Mauerwerks möglichst schonen und zu Anlehnungspunkten benutzen können. Die Gewölbe, wie die Übermauerungen, werden von gut gebrannten Ziegelsteinen mit engen Kalkfugen auszuführen, die sattelförmigen Schlußsteine der Spitzbogen aber von Werkstücken zu fertigen sein. Übrigens müssen die Gewölbe und ihre Abgleichungen zuerst gefertigt werden, damit der Mörtel bis zur Zeit der Aufstellung des Gerüstes gehörig erhärten und das genaue Maß der Höhe des Gerüstes demnächst abgenommen werden kann, worauf es wesentlich ankommt, da oberhalb mehrere Ankerbalken liegen bleiben müssen, die von dem neuen Gerüste nicht berührt werden dürfen.

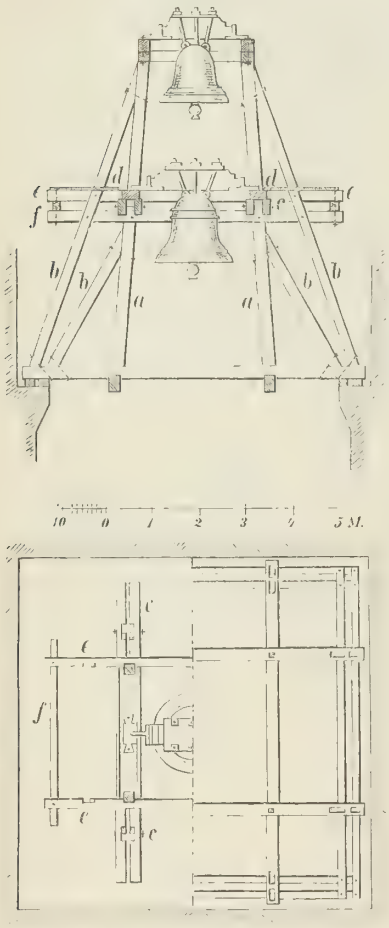
Auf die so gebildeten massiven Vorlagen werden die Schwellen des Gerüstes von 54 und 66 cm Stärke gestreckt. Das Gerüst selbst wird in sechs Horizontalabteilungen mit starker Verjüngung bis zur Höhe der ersten Schallöffnungen des Achtecks aufgeführt, und besteht aus 4 Stück vierfachen Eckpfosten, 8 Doppelpfosten, den nötigen Pfetten, Gebälken und Bügen. Die vierfachen Eckpfosten, welche gleich den Doppelpfosten aus übereinander gesetzten Hölzern verbunden werden, reichen nur bis über die vierte Abteilung (vergl. den Grundriß Fig. 8, in der Höhe e f genommen), da oberhalb im Achteck kein Platz für sie, hier auch keine so große Festigkeit mehr erforderlich ist, als unterhalb, wo die größeren Glocken sich befinden. Die Pfetten und Büge, welche in den vier Wänden des Gerüstes von einfachen Hölzern angebracht sind, werden von den doppelten und vierfachen Pfosten umfaßt und mit diesen überall durch eiserne Bolzen fest verschraubt. Die Büge oder Streben werden nicht mit überschnittenen Seitenblättern, sondern mit starken Versatzungen in die Pfetten oder Rahmstücke gestellt und erhalten daselbst zur Verhütung des Aushebens eiserne Bänder, welche nach Fig. 13 an den Seiten angebracht werden können.

In der ersten und zweiten, sowie in der fünften und sechsten Abteilung des Gerüstes werden die gegenüberstehenden Doppelpfosten durch Zangen umfaßt und mit diesen ebenfalls verbolzt. Zwischen den Zangen setzen sich paarweise Streben ein, welche von jenen muffenartig umfaßt und da, wo sie zusammentreffen, mit den Hirnhölzern aufeinander gesetzt, dazwischen aber mit Blechen und Keilen versehen werden, um sie scharf in ihre Versatzungen ein-

treiben zu können, welches in Zukunft, wenn die Hölzer zusammengetrocknet und etwas locker geworden sind, leicht zu wiederholen ist, indem man durch Fortnahme einer Zange bequem dazu gelangen kann. Auch diese Streben erhalten, gleich den oben beschriebenen, eiserne Zugbänder, Fig. 12.

Die beiden größeren Glocken erhalten einen gemeinschaftlichen Stuhl, Fig. 11 α und β, welcher in der Zeichnung seitwärts neben dem Gebälke, worauf er zu stehen

Fig. 597.



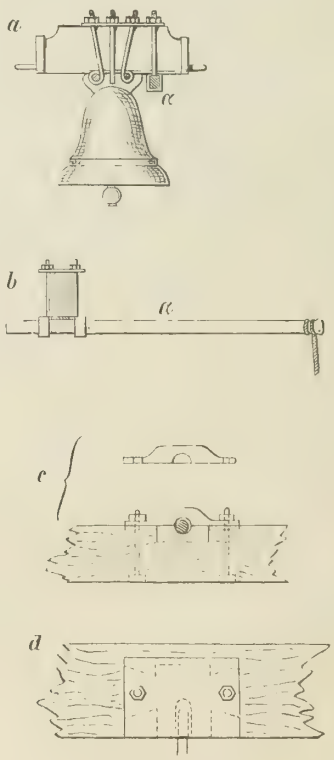
kommt, dargestellt worden ist. Die dritte, etwas kleinere Glocke wird auf dem obersten Gebälk des Gerüstes in einem einfachen Stuhle, Fig. 10 α und β, angebracht. Die kleinste Glocke hingegen bedarf keines besonderen Stuhles, sondern kann, wie die Zeichnung angiebt, zwischen zwei verlängerten Doppelpfosten des Gerüstes aufgehängt werden.

Die Dielungen und Treppen, welche in dem Gerüste nötig sind, sowie die erforderlichen Schutzgeländer, sind als Nebendinge in der Zeichnung nicht dargestellt worden.

Auf unserer Tafel sind die Grundrisse, in den verschiedenen Höhenabteilungen des Gerüstes, besonders herausgezeichnet, was auf der von uns genannten Tafel des Notizblattes nicht der Fall ist. Zum Verständnis unserer Tafel diene daher noch folgendes:

Fig. 1 ist der Durchschnitt nach A B in Fig. 3 und 4.
„ 2 „ „ „ „ C D „ „ „ „ „
„ 3 ein Horizontalschnitt nach o p in Fig. 1 und 2.
„ 4 „ „ „ c d „ „ „ „ „
„ 5 „ „ „ m n „ „ „ „ „
„ 6 „ „ „ i k „ „ „ „ „
„ 7 „ „ „ g h „ „ „ „ „
„ 8 „ „ „ e f „ „ „ „ „
„ 9 „ „ „ a b „ „ „ „ „
„ 10 α und β zeigen den Stuhl für die kleinere, in der Höhe a b, Fig. 1 und 2 aufgestellten,
„ 11 α und β den für die beiden größeren bestimmten, in der Höhe i k, Fig. 1 und 2 aufgestellten Glocken.
„ 12 zeigt den Vertikaldurchschnitt des oberen Teiles des Gerüstes zwischen der 5. und 6. Horizontalabteilung, nach x y in Fig. 8 und 9;
„ 13 die Verbindung der Streben oder Büge mit den Zangen bei M in Fig. 1 und 2, nach doppeltem Maßstabe.

Fig. 598.



Auf vorstehende, ebenso lehrreiche als tüchtige Konstruktionen, wobei die Glockenstühle zur Aufnahme einer und zweier Glocken in den Fig. 10 und 11, α—β, dargestellt sind, haben wir nur noch die Konstruktion eines Gerüstes für zwei übereinander liegende Glocken in Fig. 597 folgen zu lassen. Diese besteht außer den Mauerlatten

und Schwellen aus 4 Pfosten a, 16 Streben b, 2 Zangen c mit den Überlaghölzern d zur Aufnahme der Zapfenlager und des Joches, an welchem die untere Glocke aufgehängt ist.

Während die Zangenhölzer c nebeneinander liegen, befinden sich die der Zangen e übereinander und fassen an den Enden die zur Verspannung dienenden Riegel f. Die Zangen sind zur Gewinnung eines Bodens behufs der Revision der Zapfenlager über die Pfosten hinaus verlängert, welche oben durch einen doppelten Pfettenkranz abgeschlossen sind.

Fig. 599.

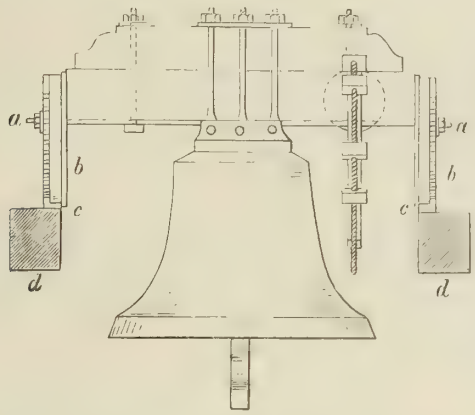
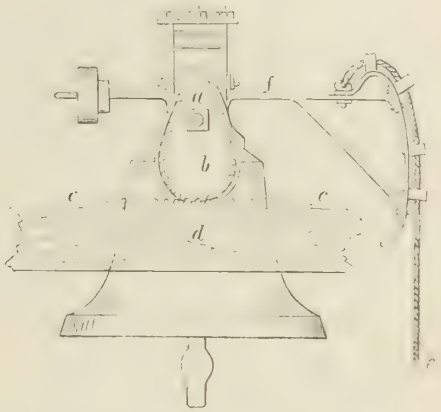


Fig. 600.



Was schließlich das Aufhängen der Glocken betrifft, so ist dasselbe nebst der Vorrichtung zum Läuten in den Fig. 598—600 dargestellt und geschieht mit schmiedeeisernen Bändern, welche die zu diesem Zweck geformte Glockenkrone fassen und am Joch befestigt sind, wie dieses die Fig. 598 bis 600 deutlich zeigen. Das Joch besteht je nach dem Gewicht der Glocke aus einem oder mehreren verbolzten Hölzern. Soll die Glocke geläutet werden können, dann wird das Joch nach herkömmlicher Weise mit zwei eisernen Zapfen versehen, die mittels Bändern und den die Hirnenden der Joche umschließenden Ringe oder zaumförmigen Bandeisen gefaßt und befestigt sind. Diese Zapfen liegen entweder in offenen oder besser und sicherer in gedeckten Lagern c und d Fig. 598, welche mit den Tragbalken der Joche verbolzt sind. Das in Fig. d punktirt angegebene Lager ist in das Holz eingelassen, auf welches der im Grundriß rechtwinklige Deckel zu liegen kommt. Zum Läuten dient der Hebel e Fig. a—b, an welchem das Zugseil befestigt ist.

Um das Schwingen der Glocken mit geringerem Kraftaufwand als seither vollbringen zu können, und um zugleich eine Herabstimmung der Kräftewirkung auf den Glockenstuhl, beziehungsweise auf den Turm selbst zu erzielen, wurden in neuerer Zeit andere Aufhängungsmethoden erdacht, wovon die eine von Pozdech in einer nach unten schneide- oder meißelartigen Bildung des Zapfens besteht, wodurch die Reibung wesentlich verringert wird, die andere von Ritter aus den Fig. 599—600 zu ersehen ist. Sie unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß die Zapfen a des Joches, Fig. 599 und 600, nicht in festen Lagern ruhen, sondern in beweglichen, unten abgerundeten Metallscheiben b, welche das Gewicht der Glocke mittels der Schiene c auf die Tragbalken des Glockenstuhls übertragen. Die Scheiben b sowohl, als auch die auf d befestigten Schienen c, sind an den Rändern mit übereinstimmender Zahnung versehen, um das Ausgleiten der Scheiben zu verhindern. Die Bewegung der Glocke, zu welcher außerordentlich wenig Kraft erforderlich ist, erfolgt durch Anziehung des Zugseiles e, welches am eisernen Hebel f befestigt ist.*)

*) Über das Aufhängen der Glocken lese man das Weitere in Durm's Handbuch der Architektur, Bd. 6, Kap. 3, S. 47 „Glockenstühle" von Köpcke.

Leipzig.
Druck von A. Th. Engelhardt.

Taf. 1.

Fig. 1.

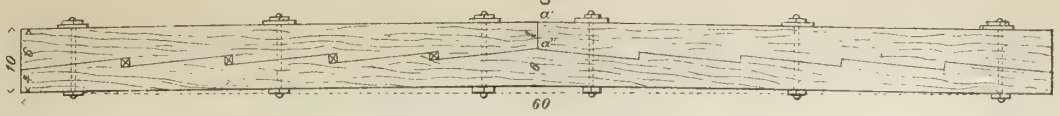


Fig. 2.

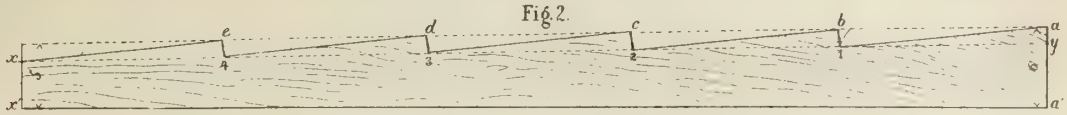


Fig. 3.

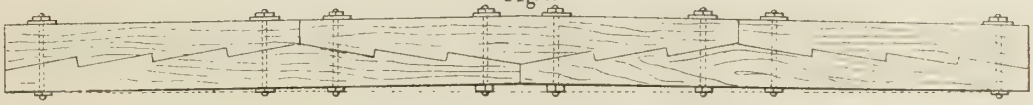


Fig. 4.

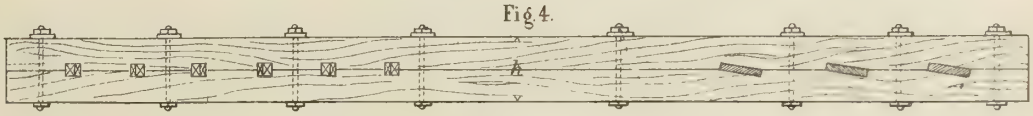


Fig. 5.

Fig. 5a.

Fig. 10.

Fig. 6.

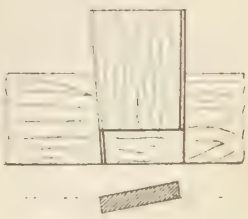


Fig. 7.

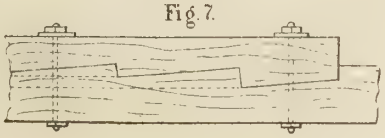


Fig. 11.

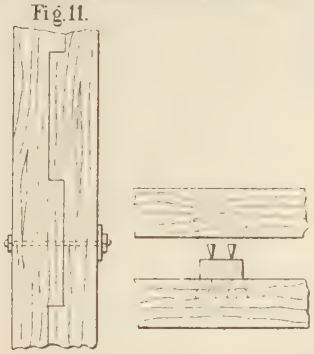
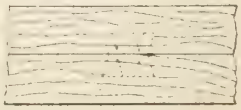
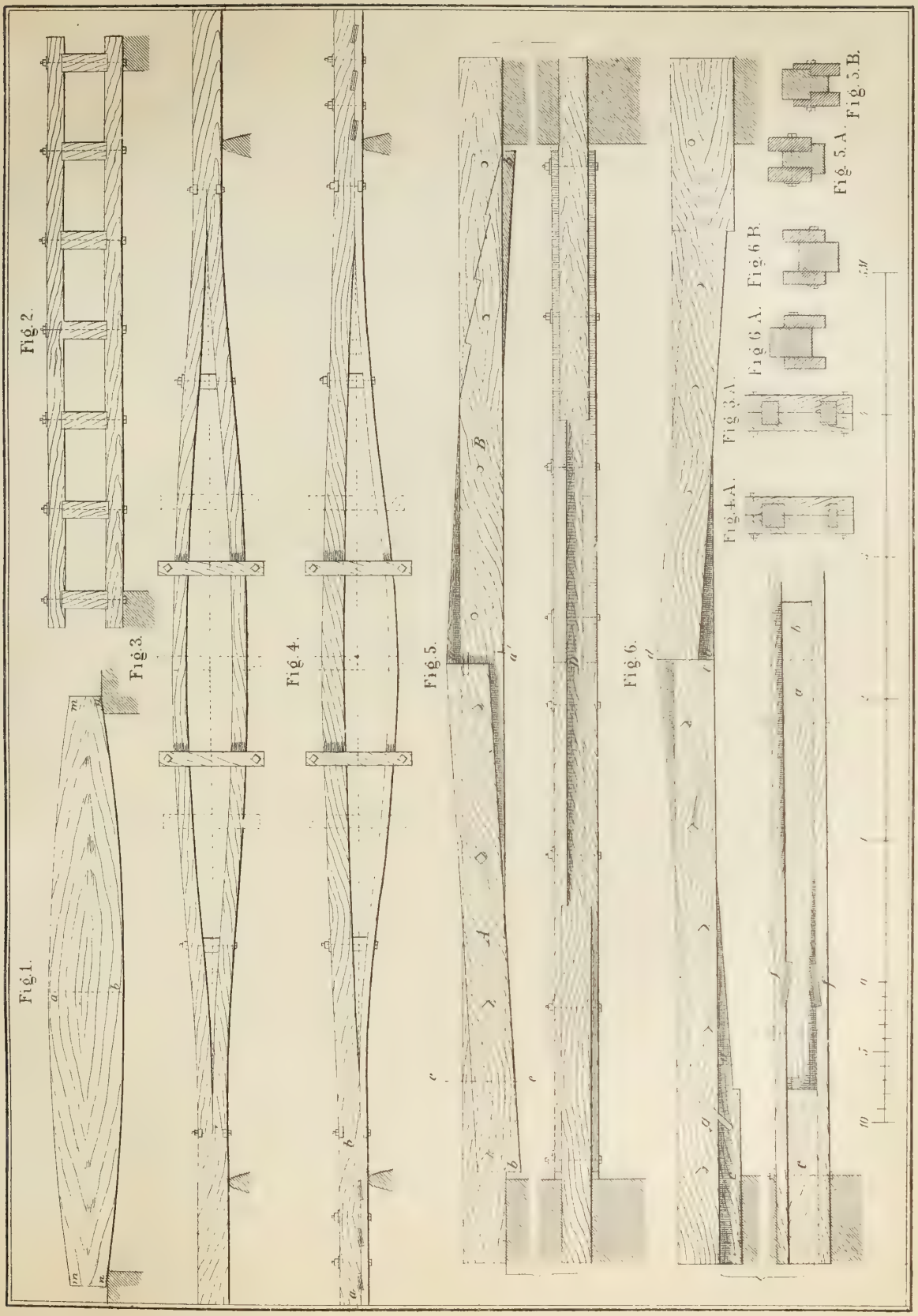


Fig. 9.

Fig. 8.



Taf. 2.



Breymann II Holz (5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Fig. 4.

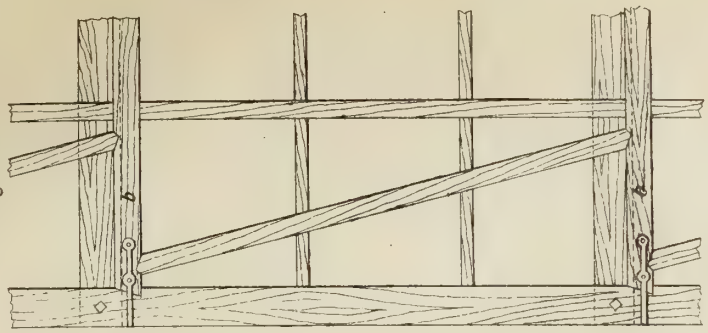


Fig. 6.

Fig. 1.

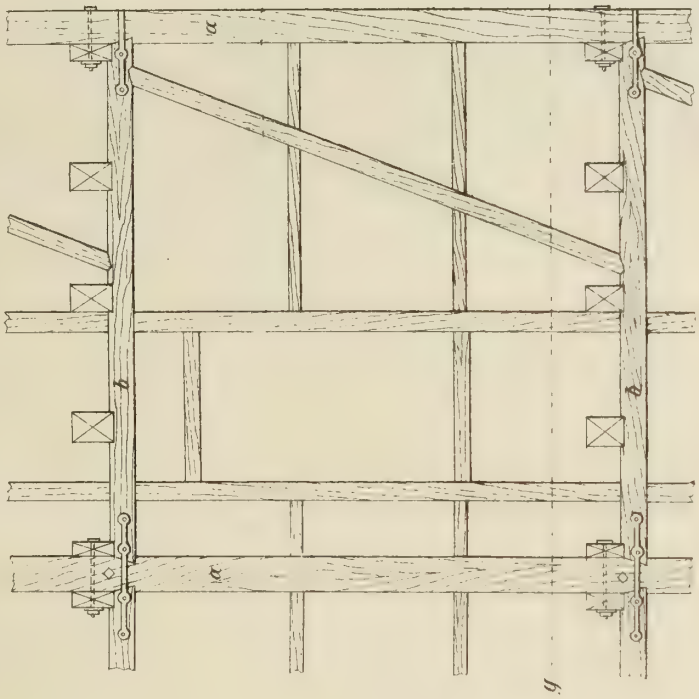


Fig. 2.

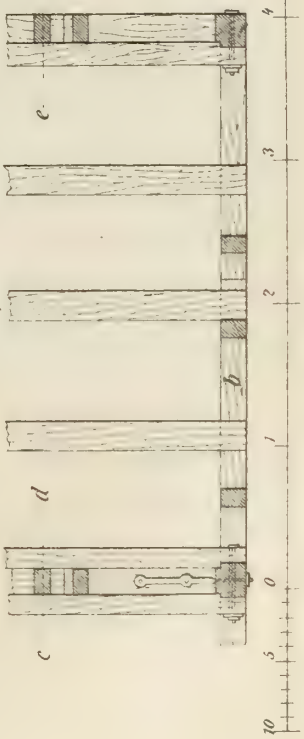


Fig. 3.

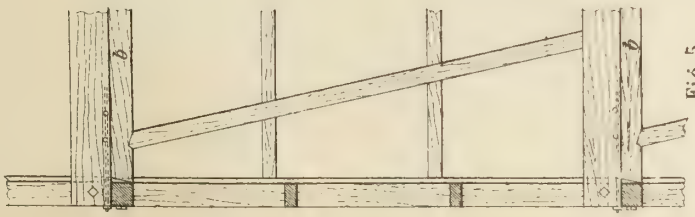


Fig. 5.

Taf. 4.

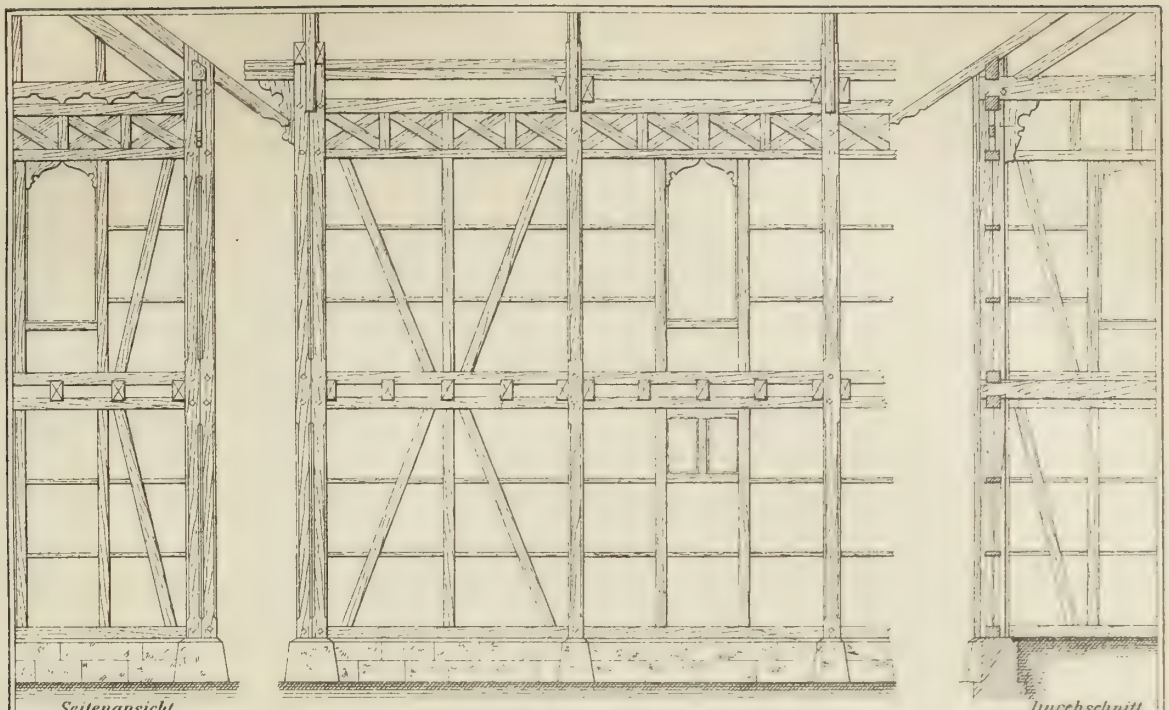
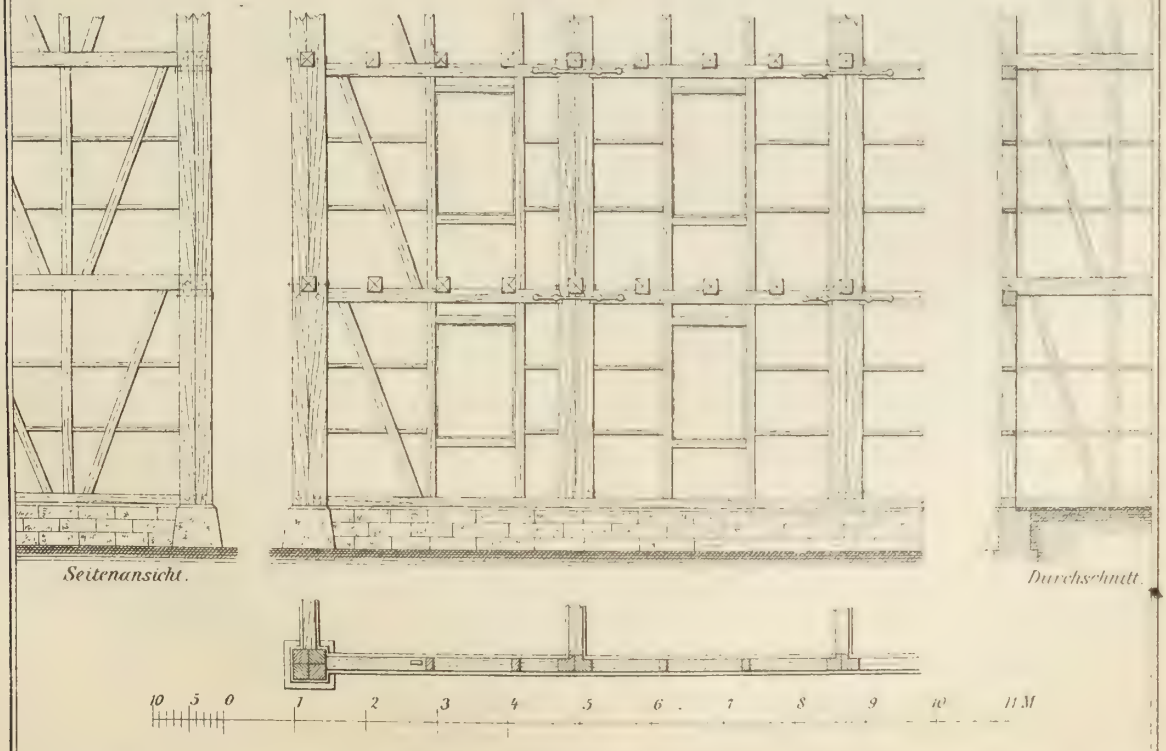
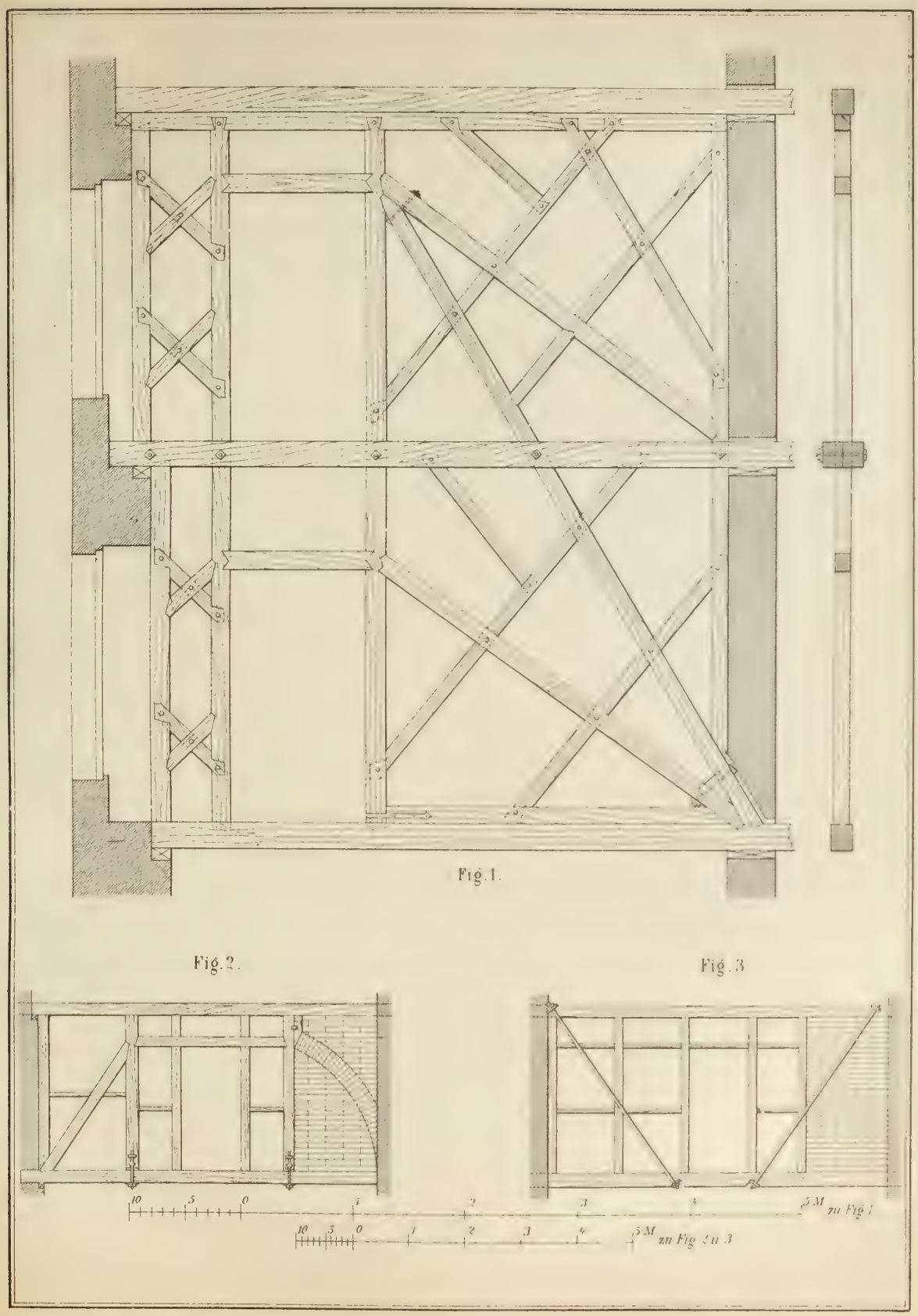


Fig. 1.

Fig. 2.



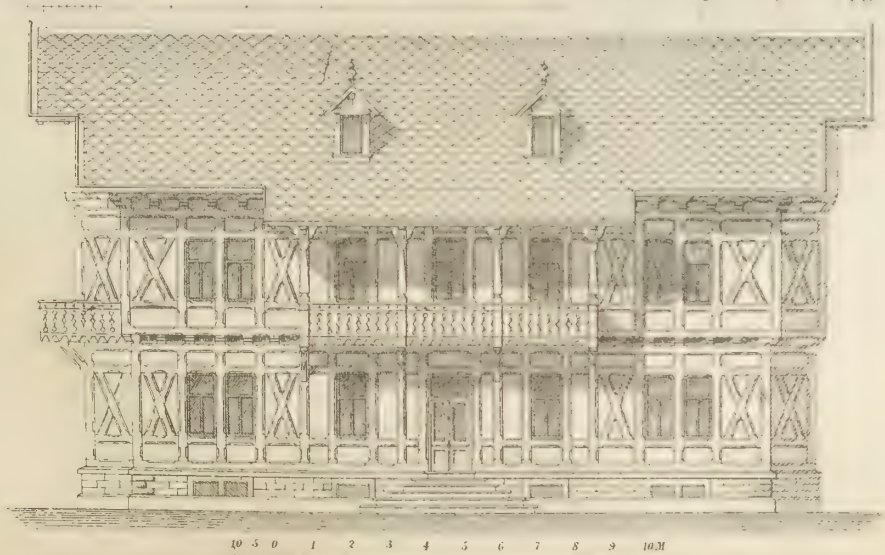
Taf. 5.



Breymann II Holz Cº Aufl.

J M Gebhardt's Verlag, Leipzig

10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10M


10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10M

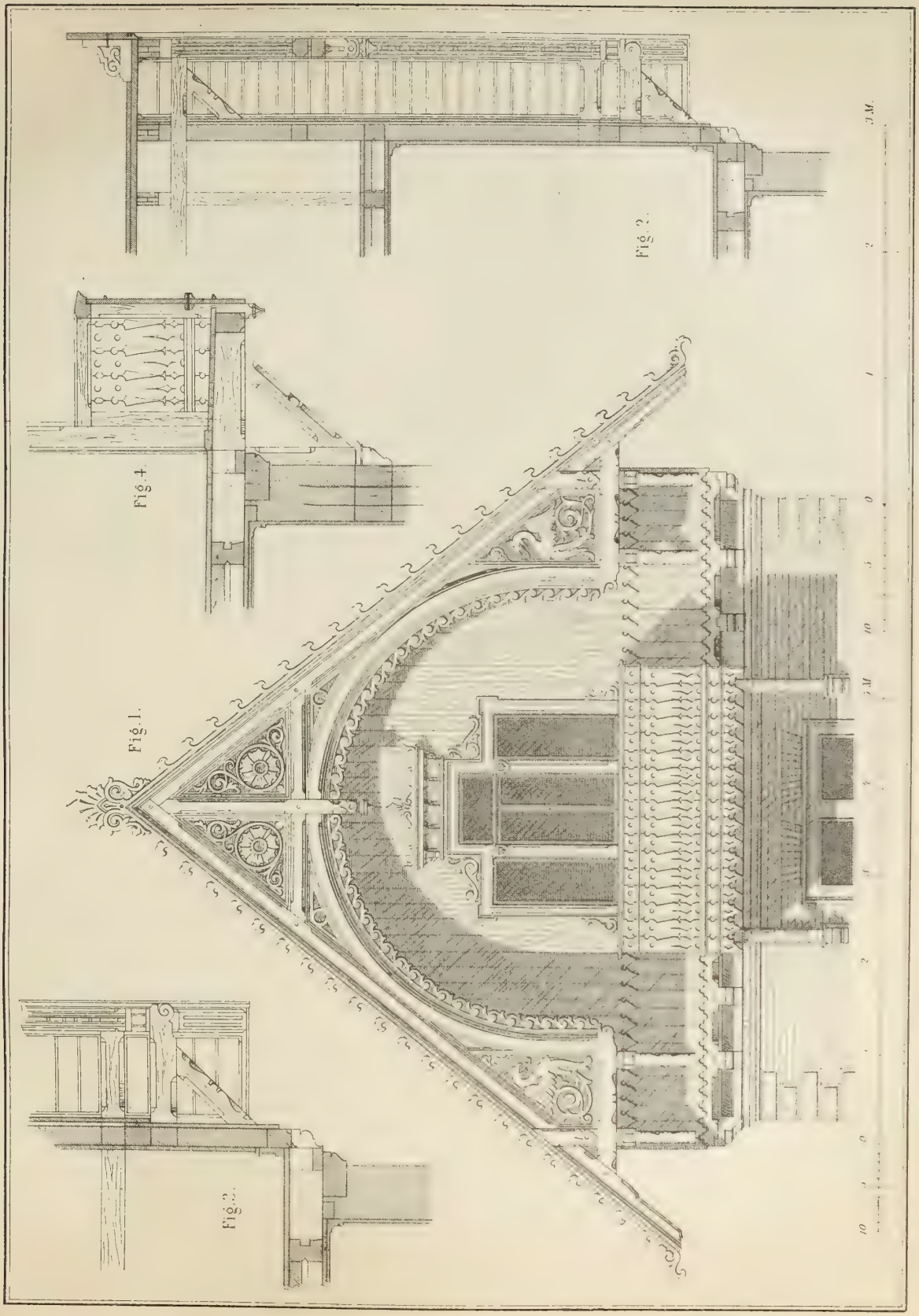


Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 3.

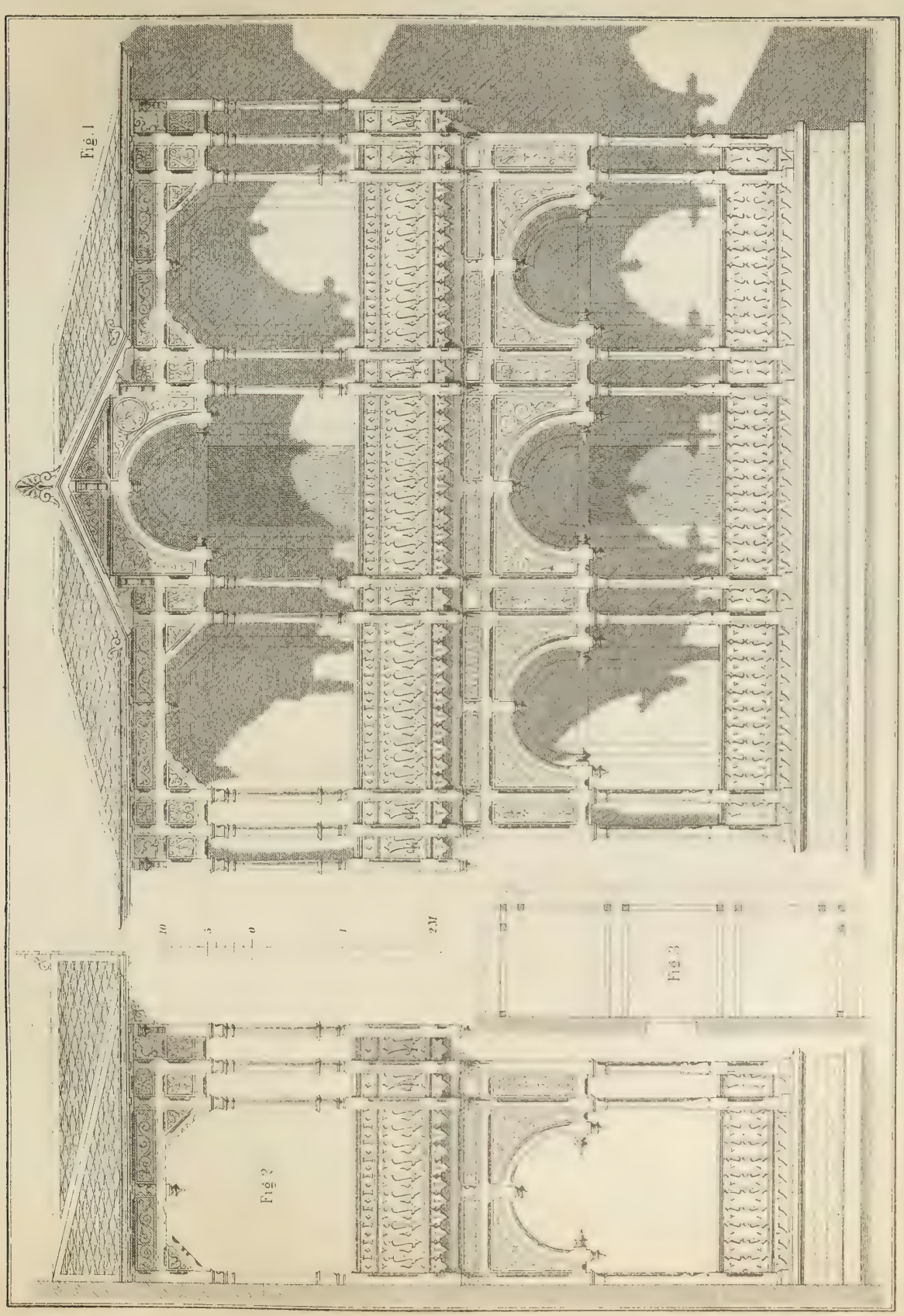
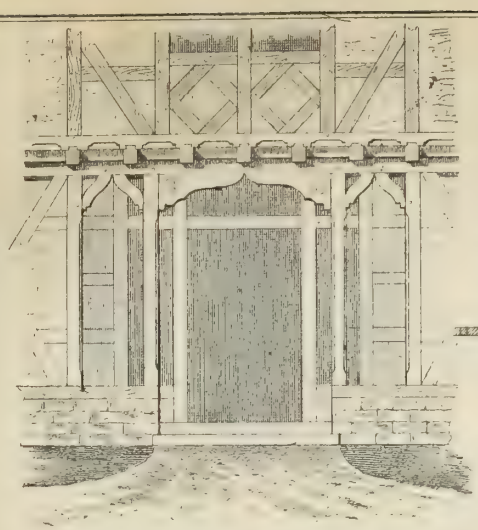
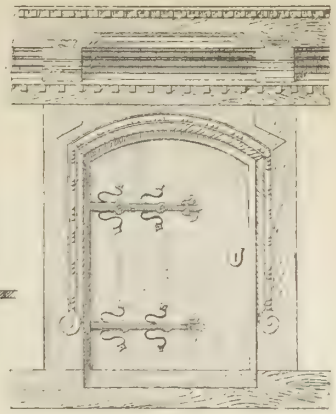
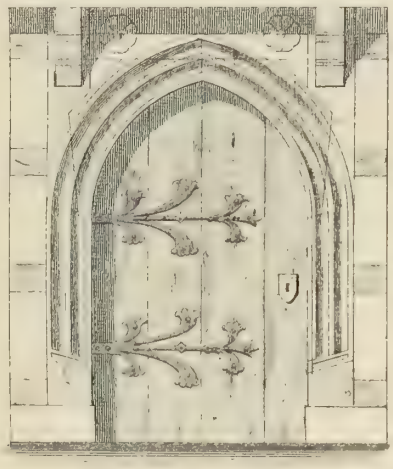
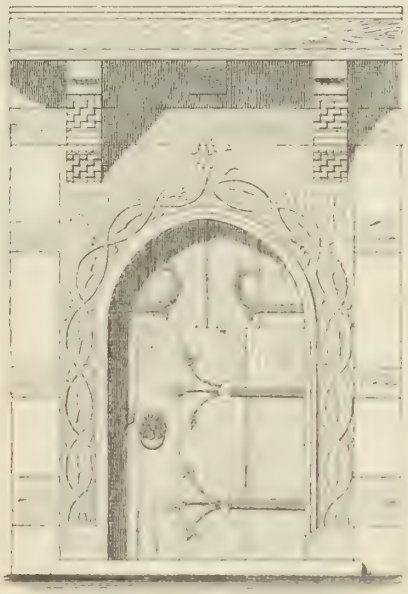


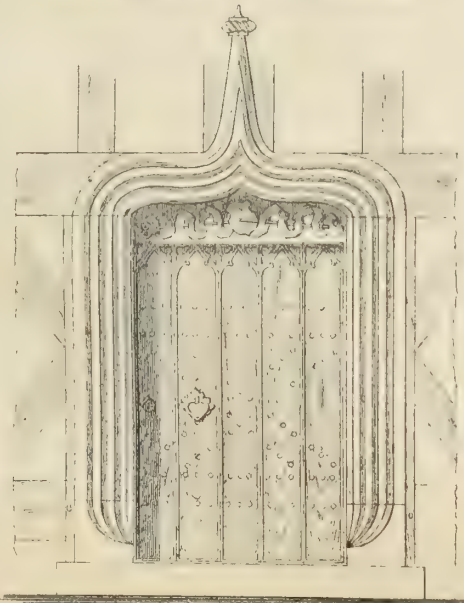
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3











Nach Böttcher's Holzarchitektur des Mittelalters.

Breymann u. Holz lith.

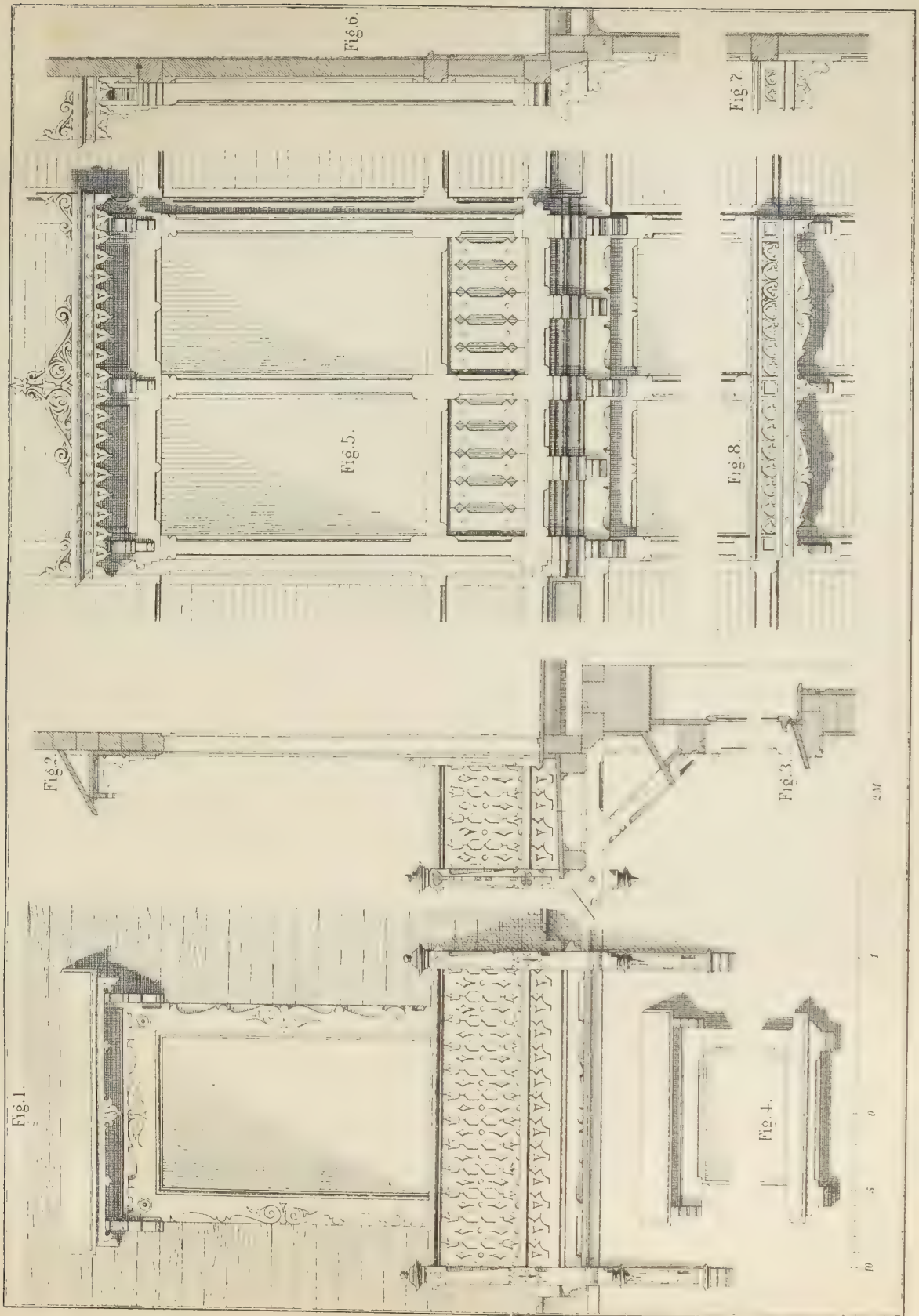
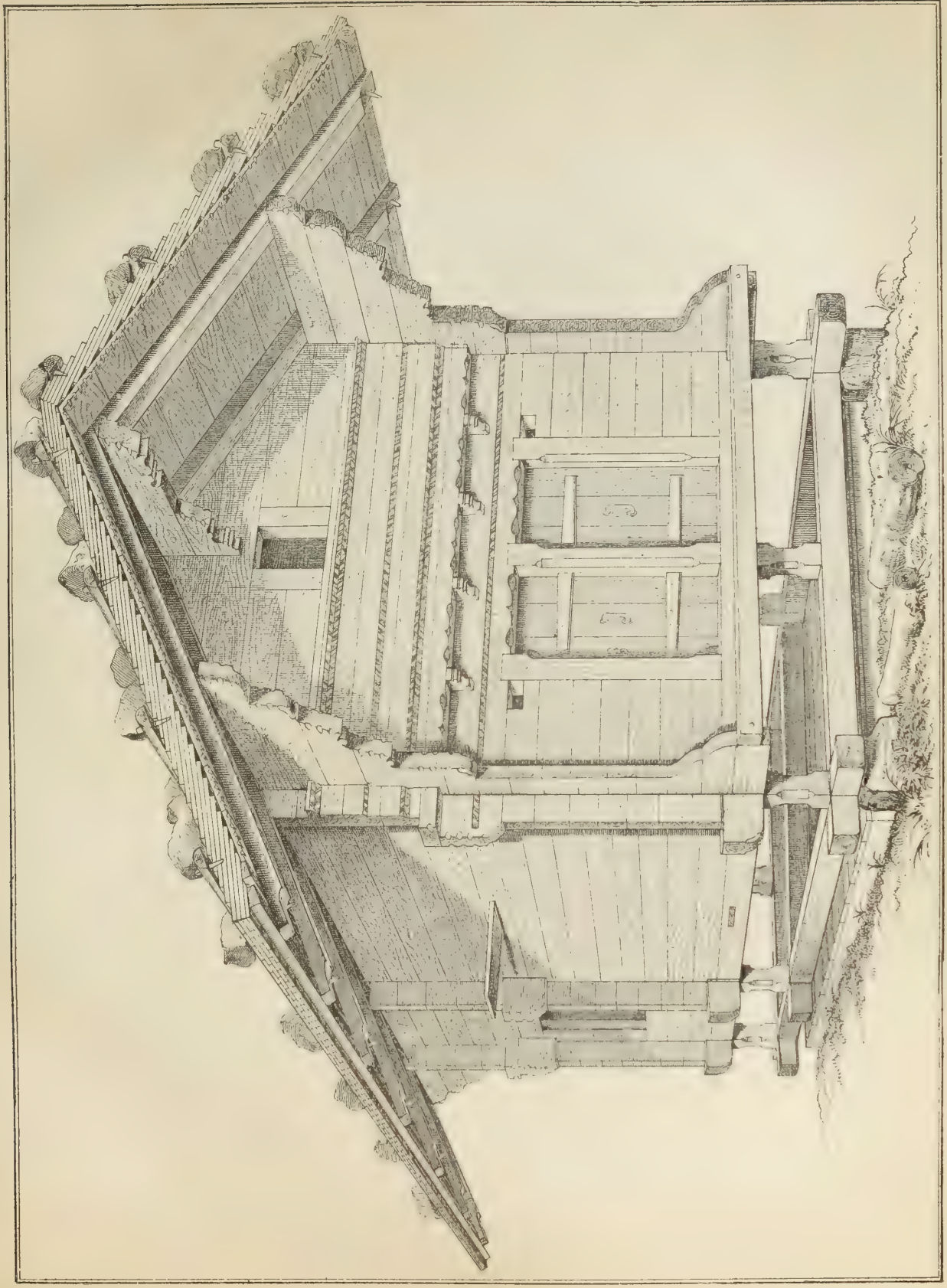


Fig.6.
Fig.7.
Fig.5.
Fig.8.
Fig.2
Fig.3.
Fig.1.
Fig.4.



Taf. 12.

Fig. 1.

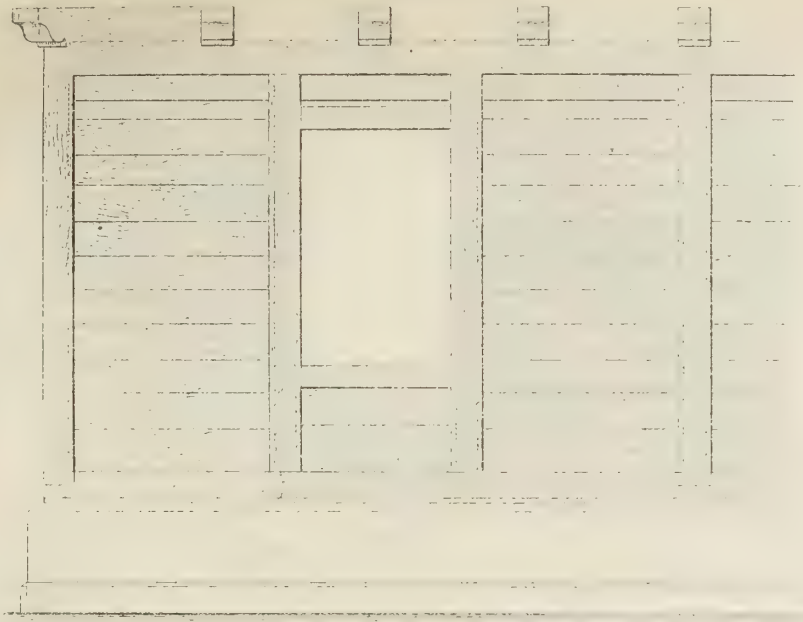


Fig. 2.

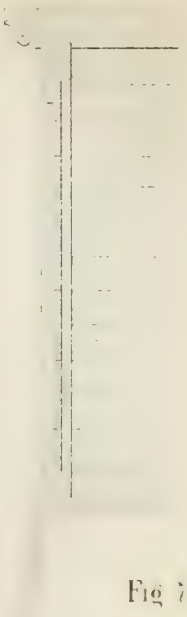


Fig. 3.

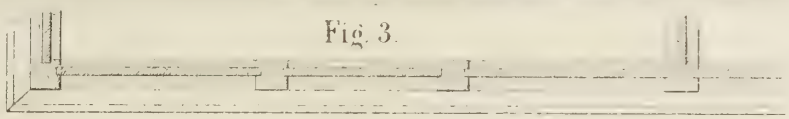


Fig. 4.

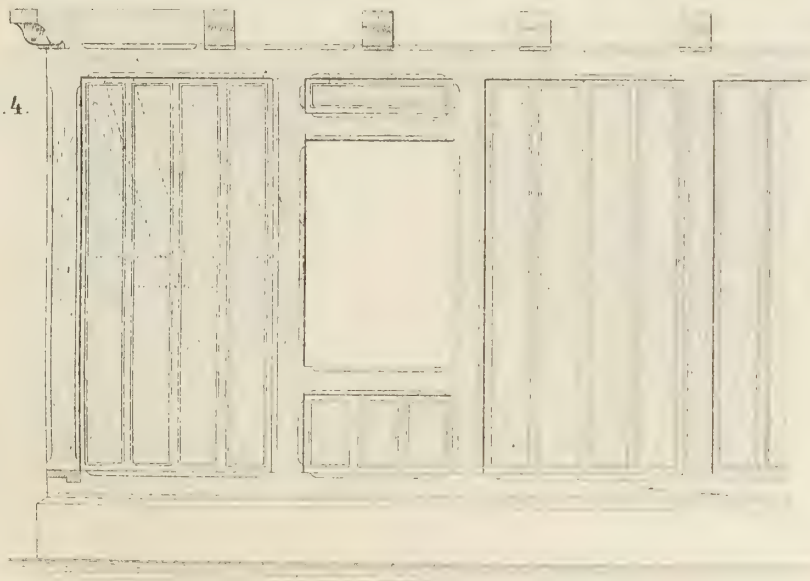


Fig. 5.

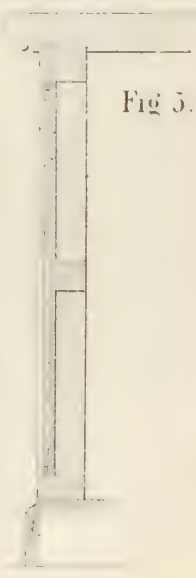
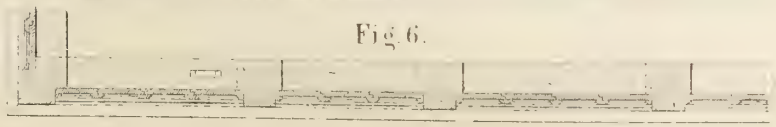


Fig. 6.



Taf. 13.

Fig. 1.

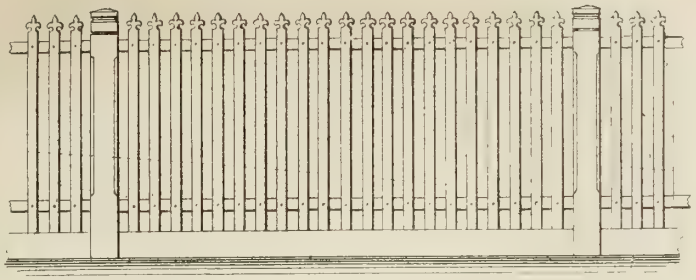


Fig. 2.

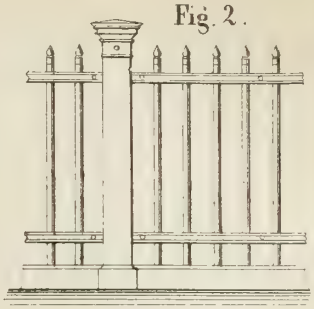


Fig. 3.

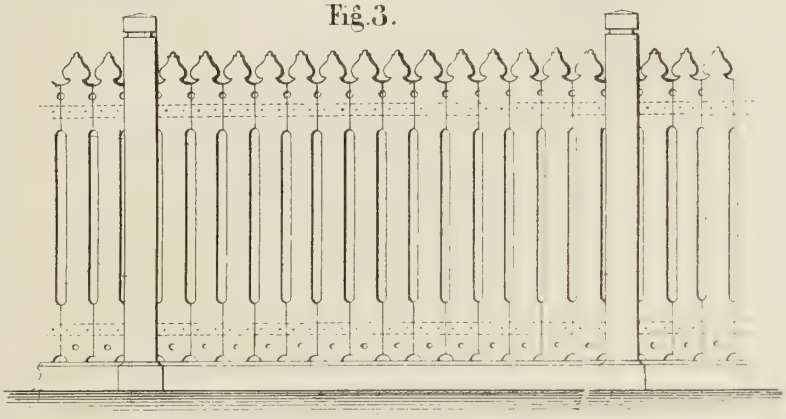


Fig. 4.

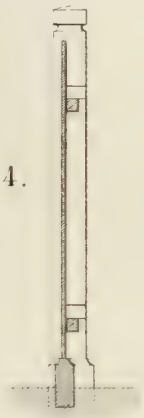


Fig. 5.

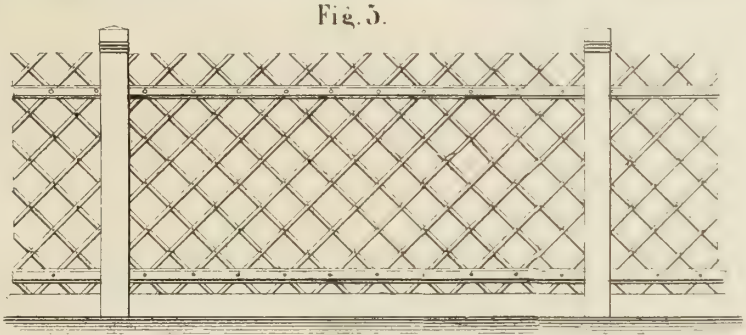


Fig. 6.

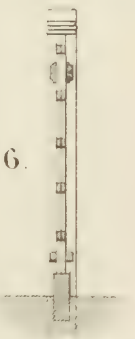


Fig. 7.

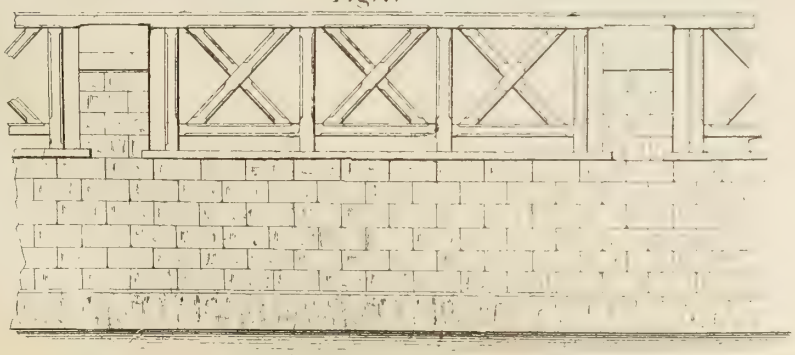
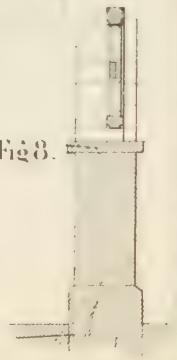
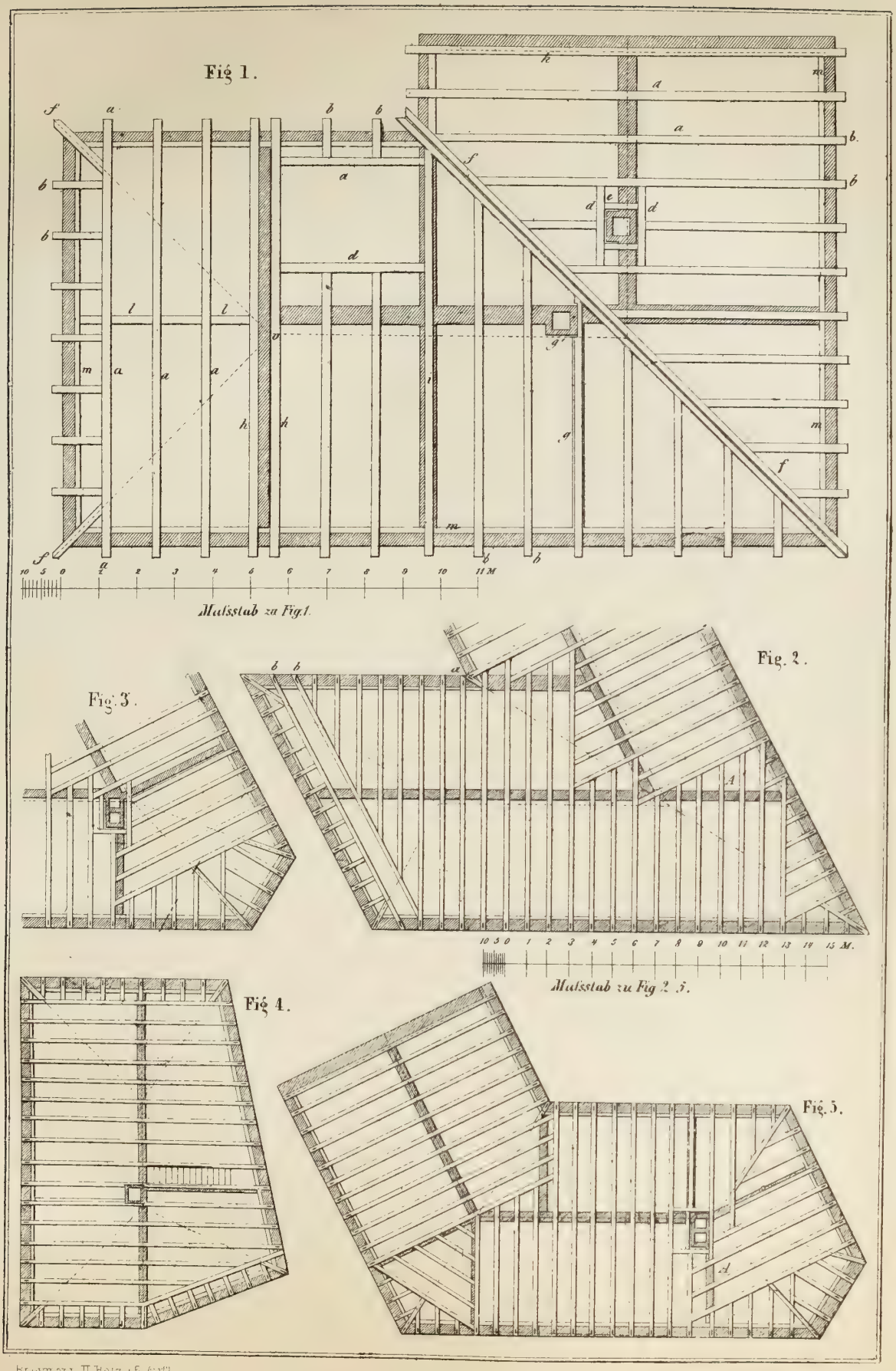


Fig. 8.



M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Taf. 14.



Breymann. II Holz 15 Aufl.

J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig

Taf. 15.

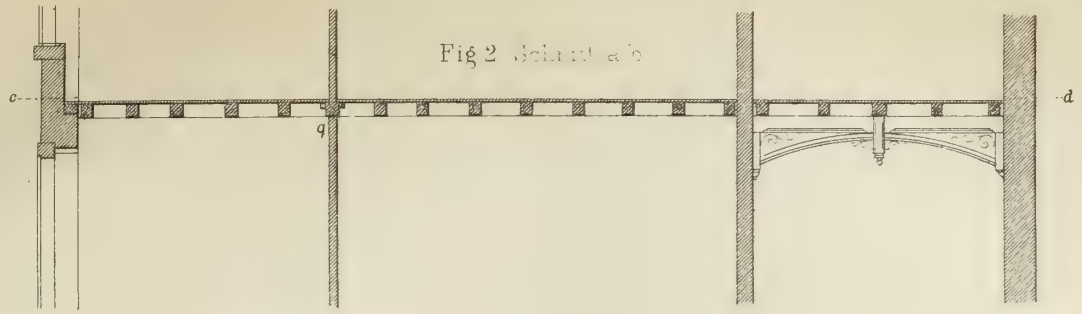


Fig. 2. Schnitt a b

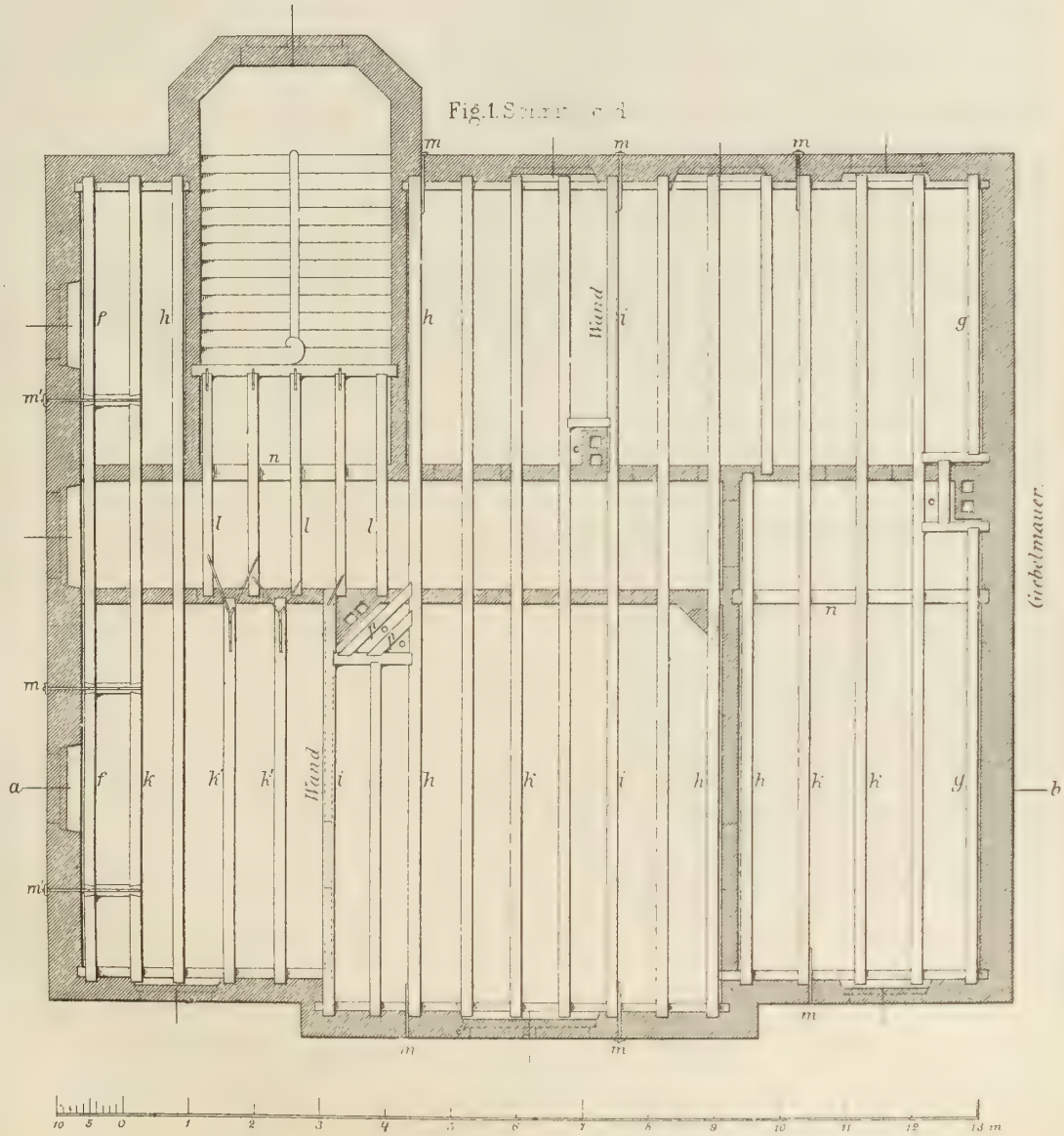


Fig. 1. Schnitt c d

Wand

Wand

Giebelmauer.

10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 m

Breymann II. Holz (5. Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig

Fig. 1.

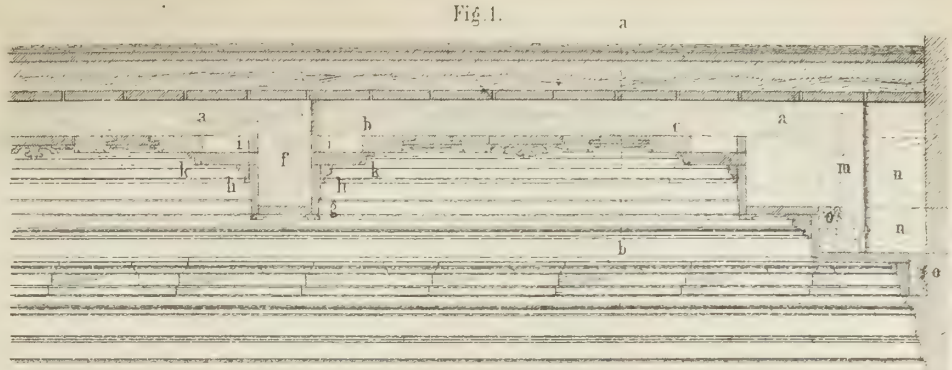
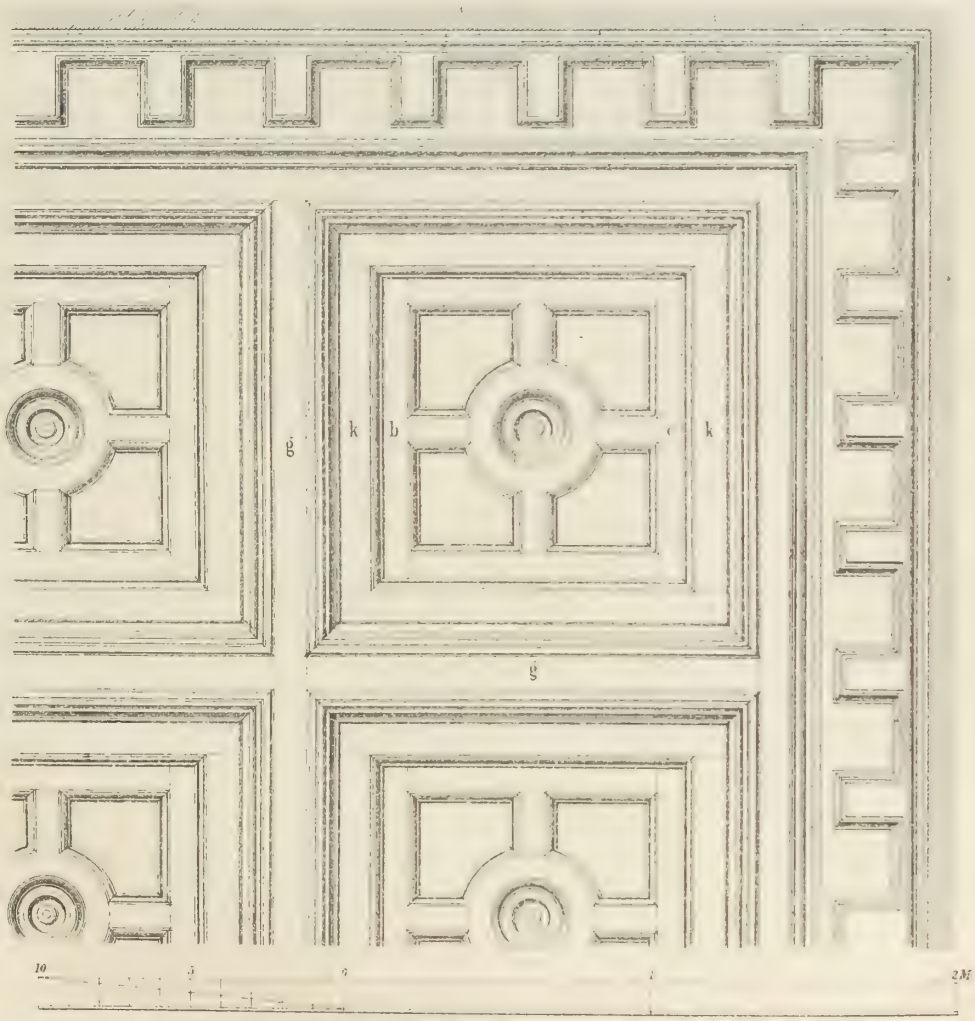


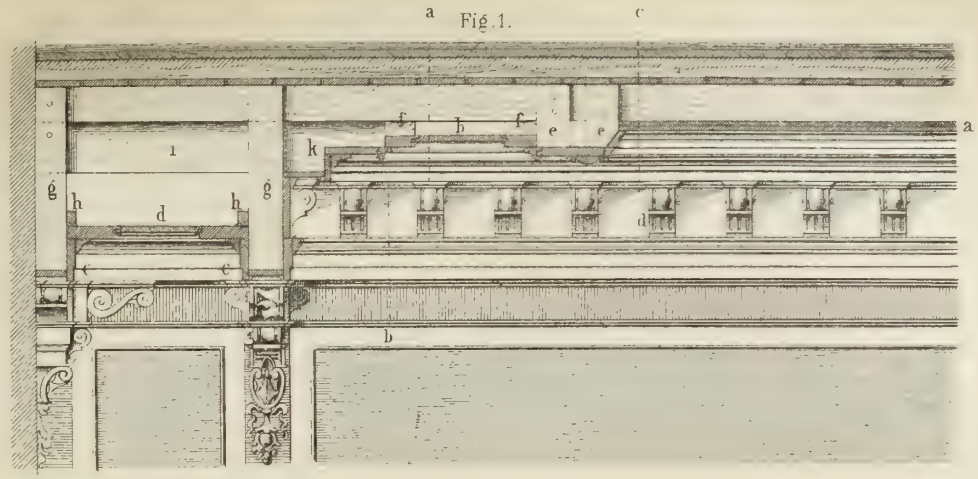
Fig. 2.



Breymann II Holz (5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Fig. 1.



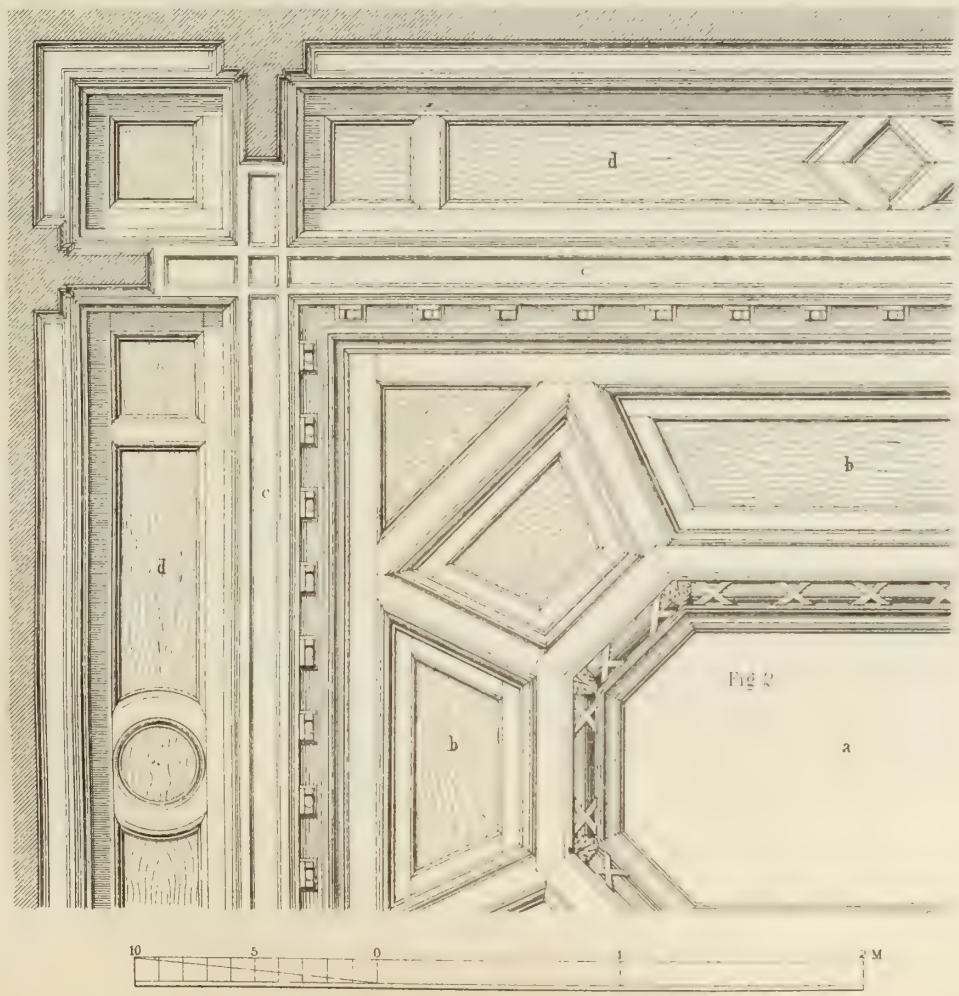
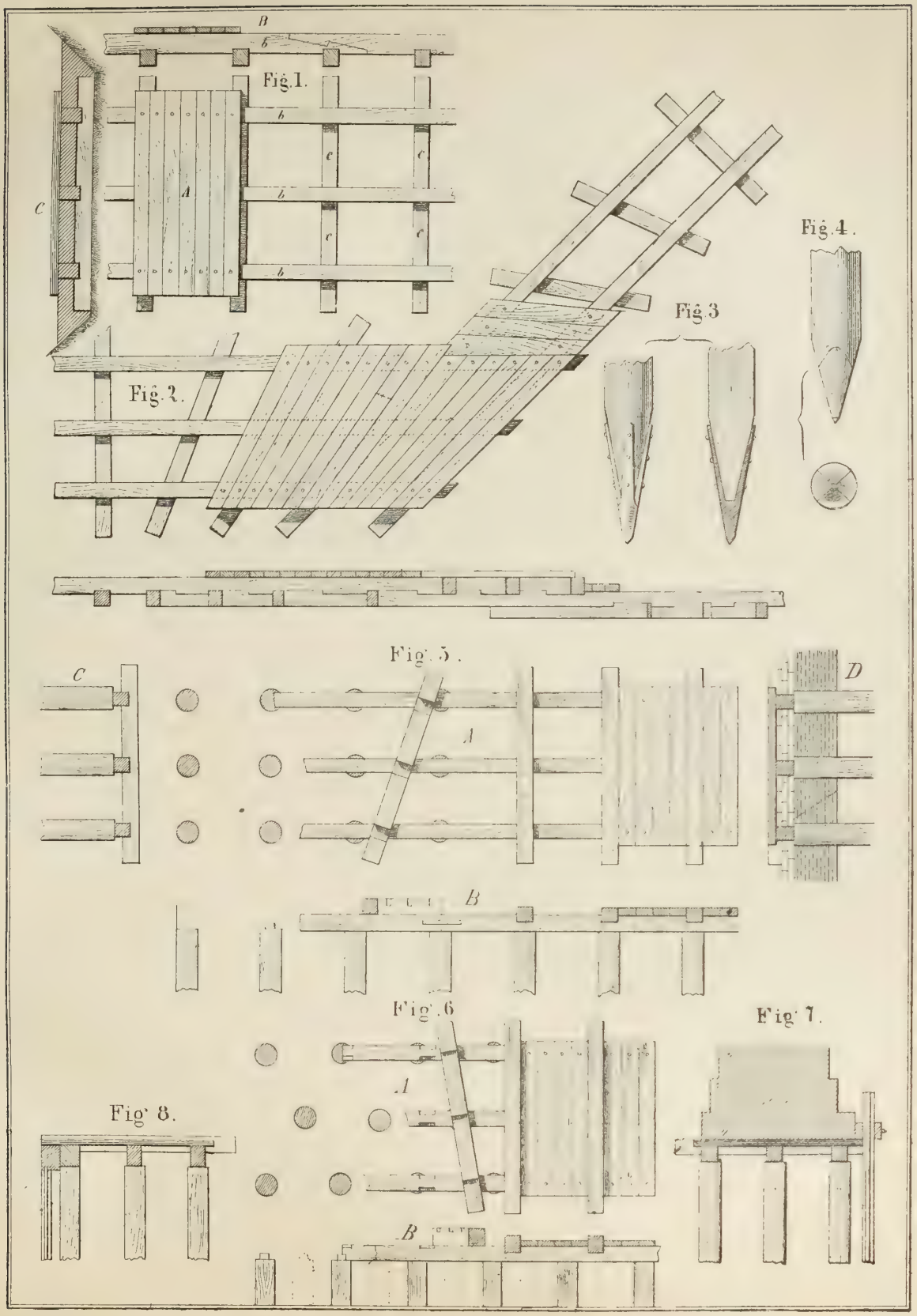


Fig. 2.

Breymann U. Holz (5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

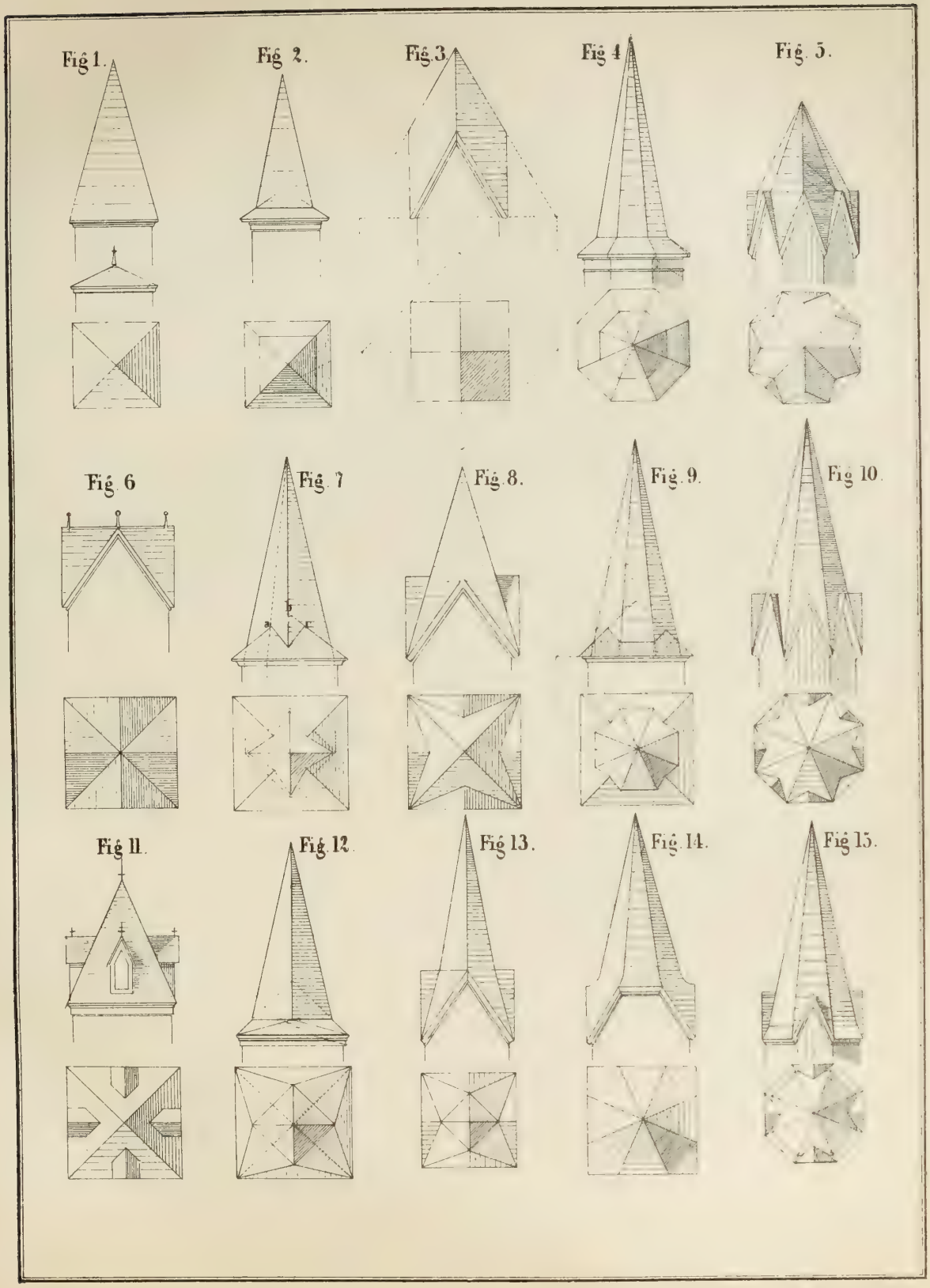
Taf. 18.



Preymann II holz 5 Aufl.

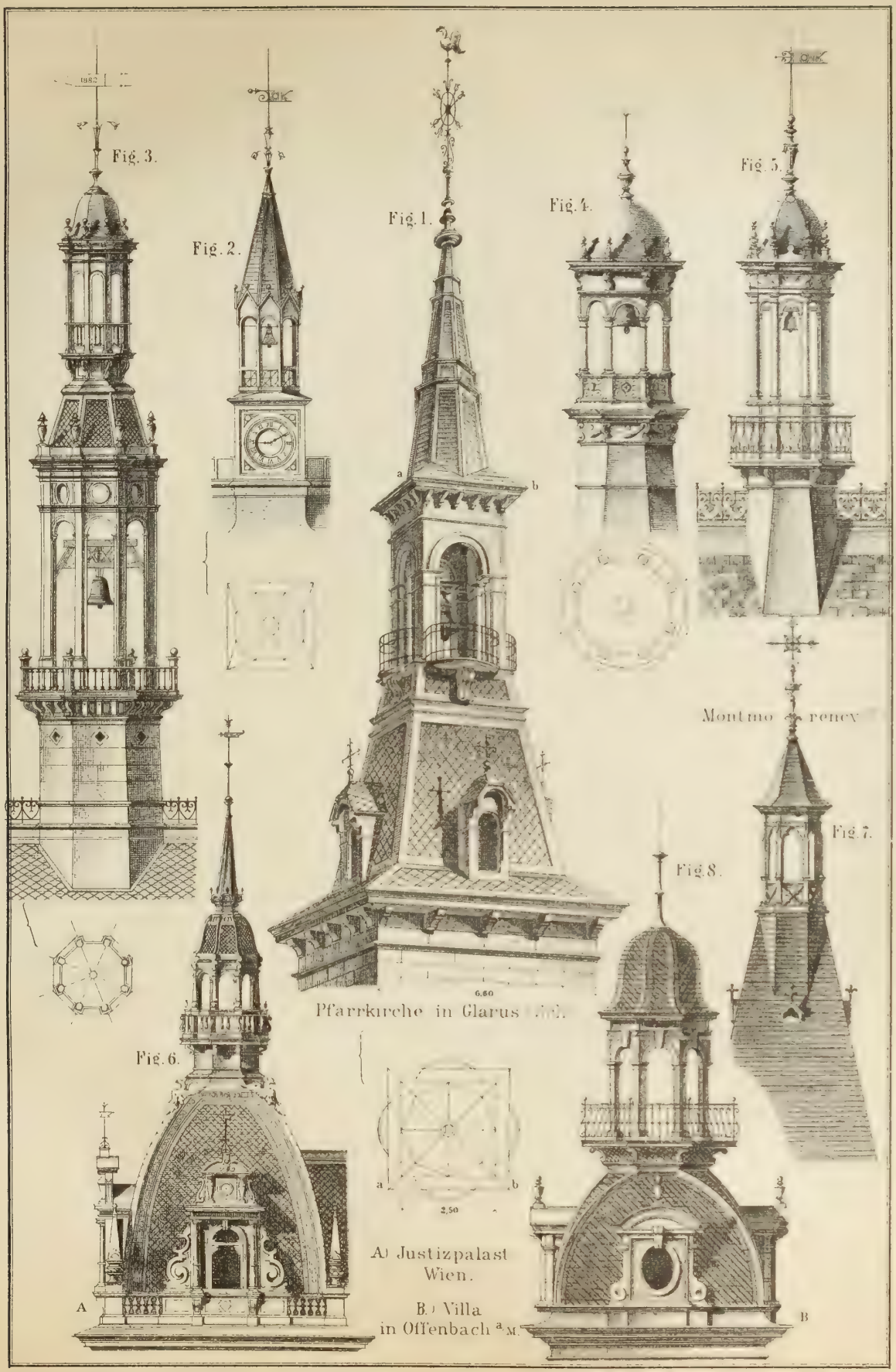
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Taf. 19.



Breymann, F. Holz, 5. Aufl.

J. M. Gebhardt, Verlag, Leipzig



Pfarrkirche in Glarus a/G.

A) Justizpalast Wien.

B.) Villa in Offenbach a/M.

Fig. 1.

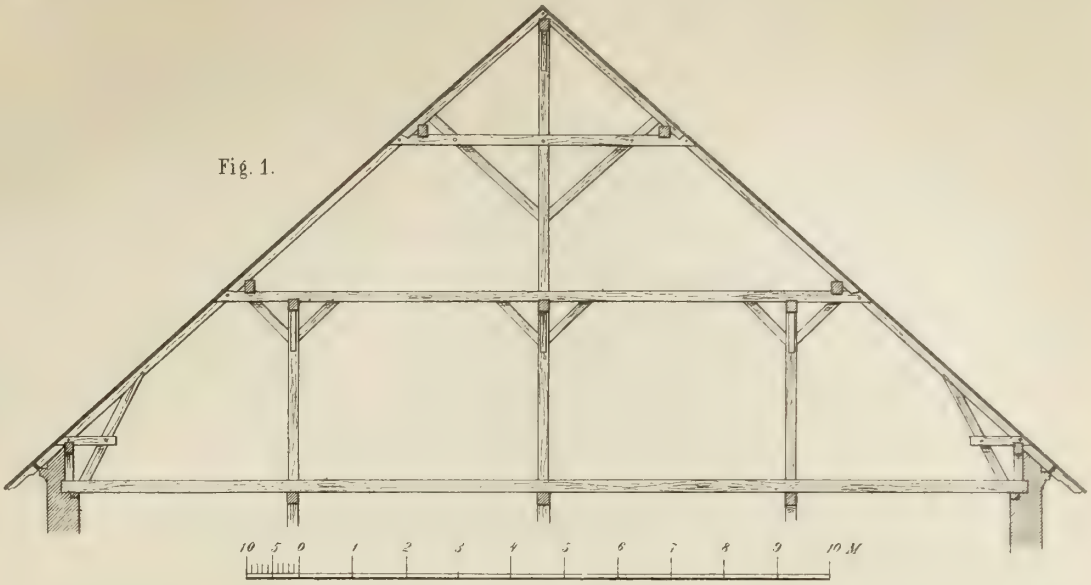


Fig. 2

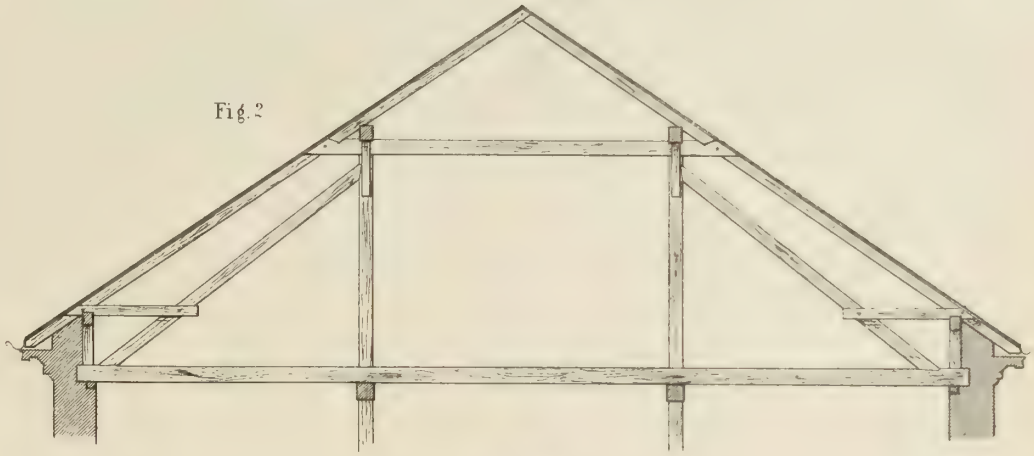
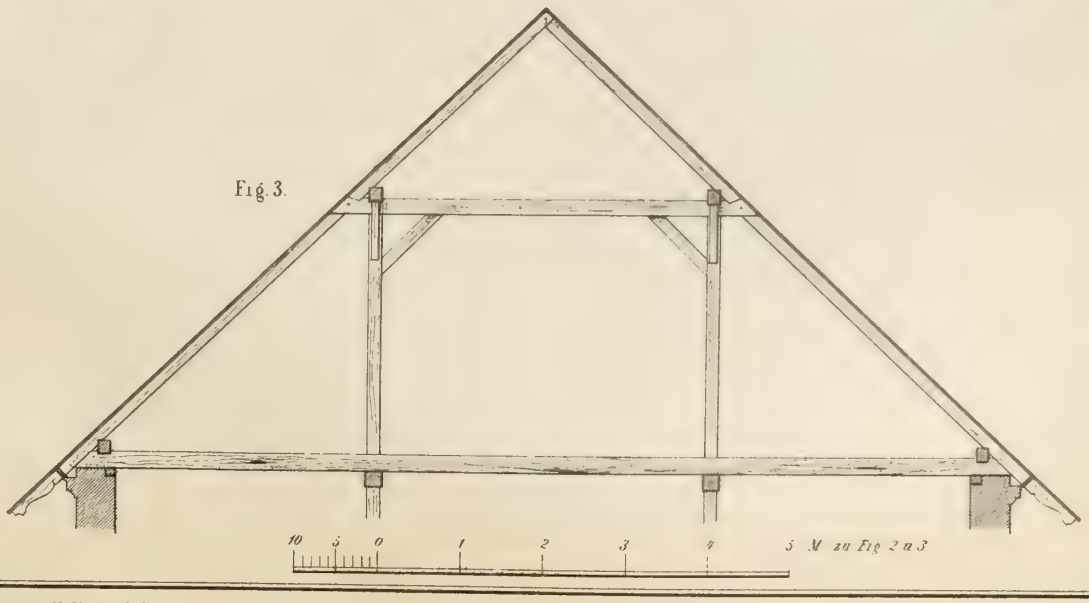
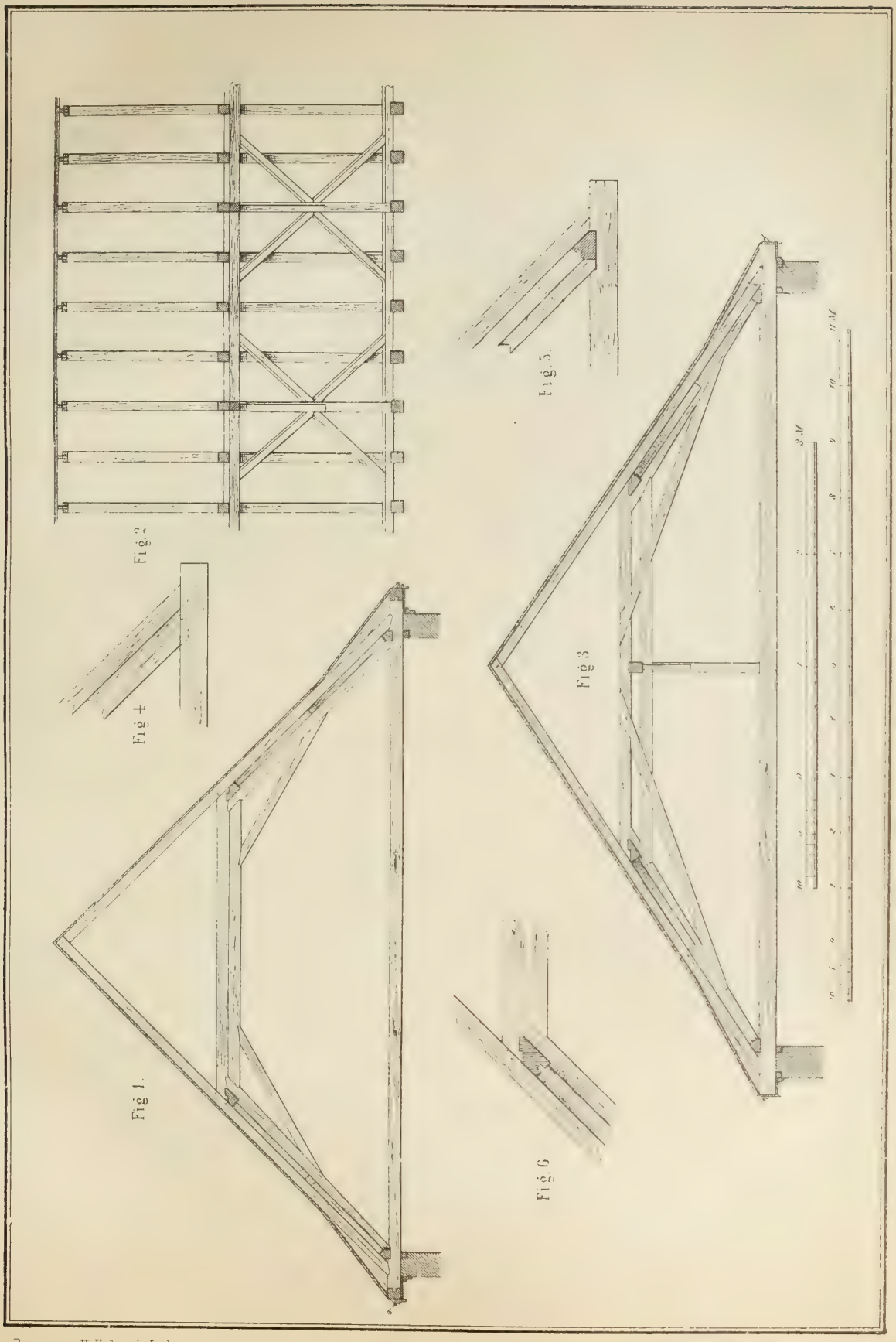


Fig. 3.



Taf. 22.



Breymann & Holz [illegible]

J. M. Gebhardt Verlag Leipzig

Fig. 1.

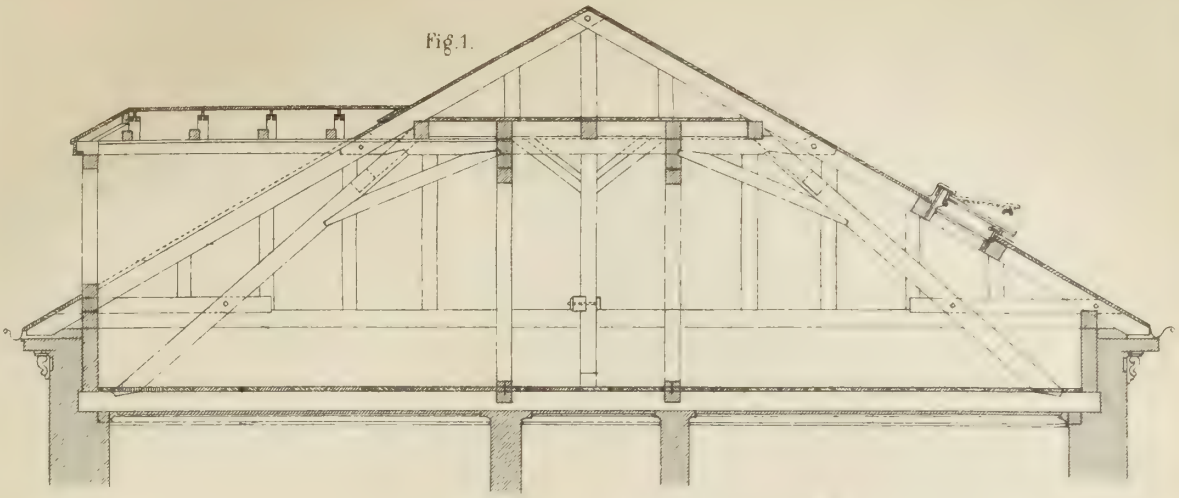


Fig. 2.

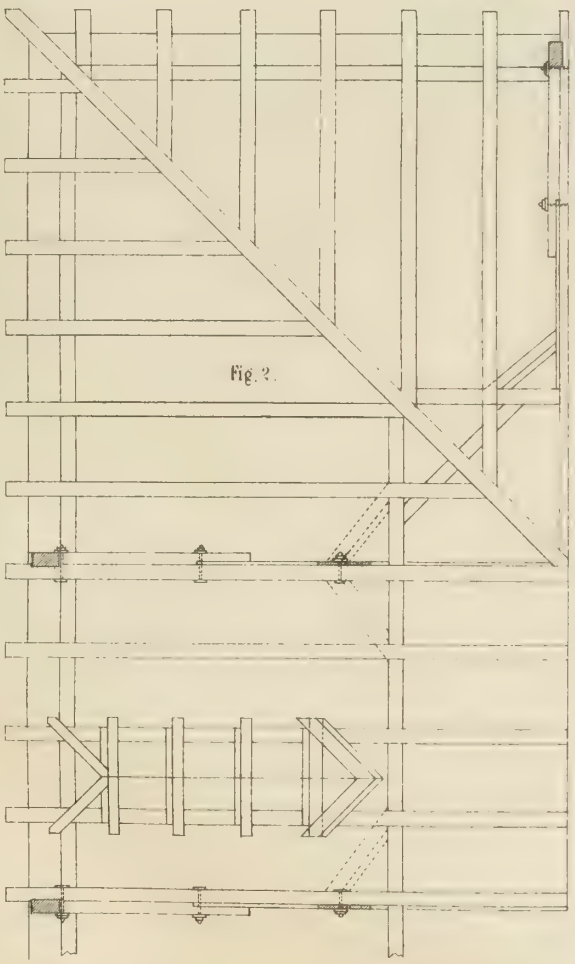
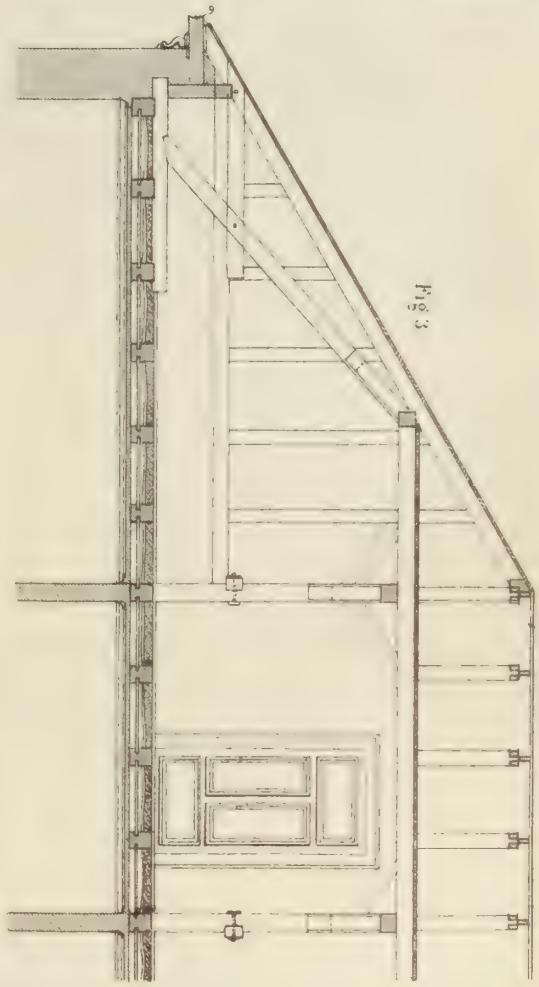
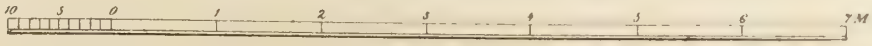


Fig. 3





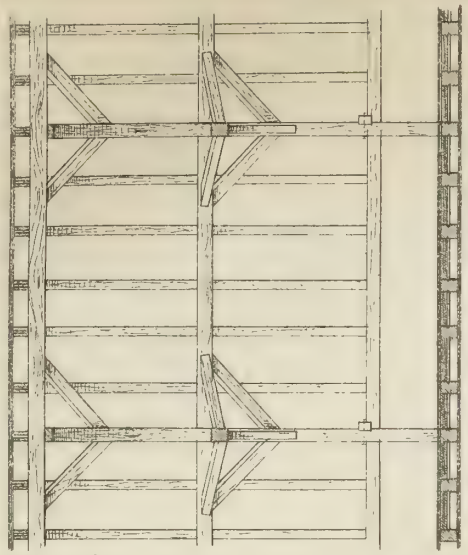


Fig. 2.

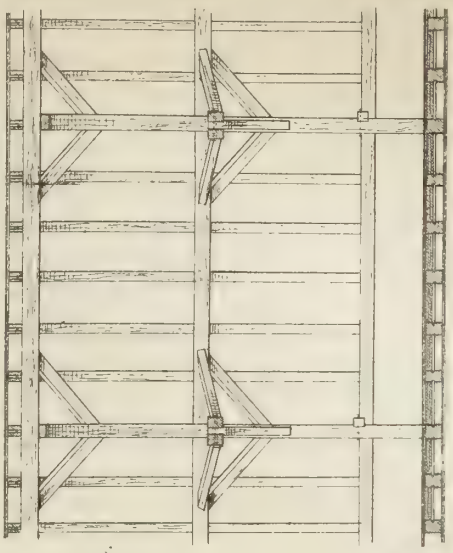


Fig. 4.

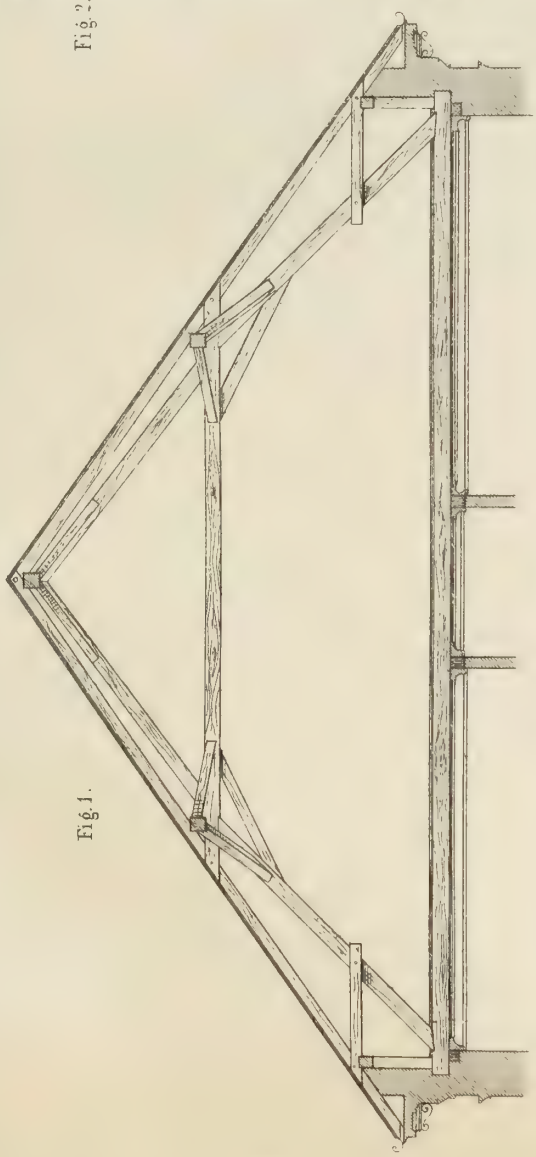


Fig. 1.

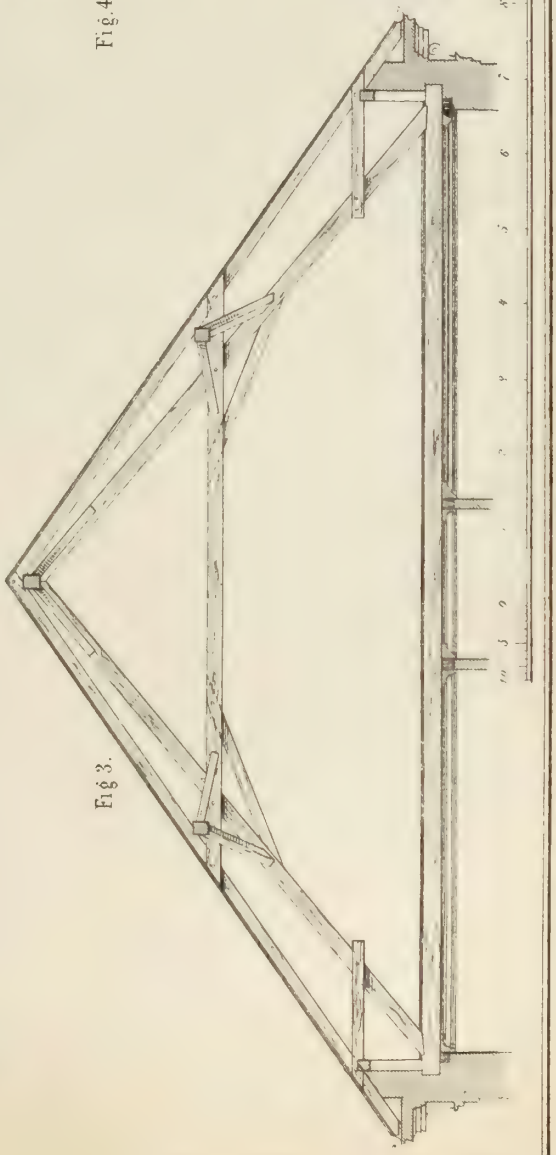
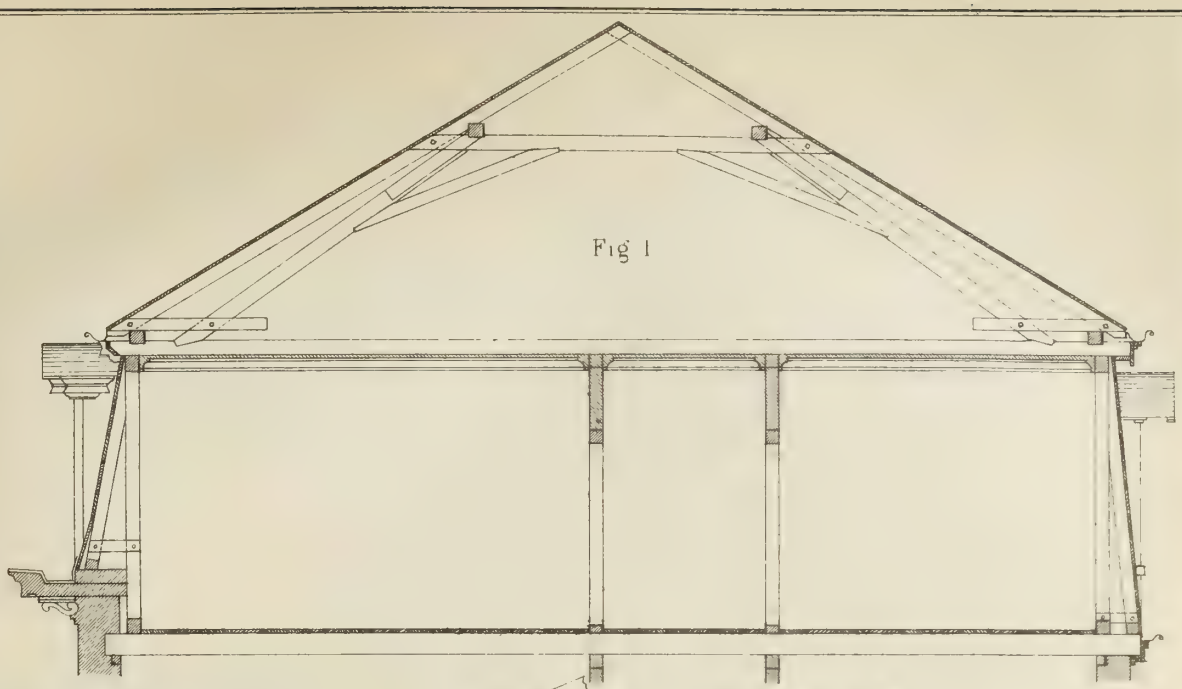
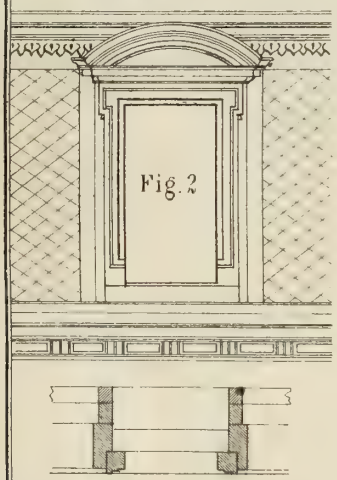
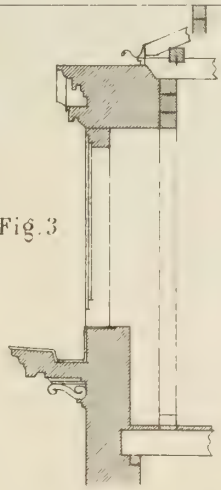


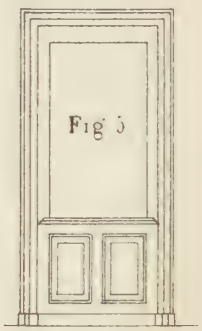
Fig. 3.

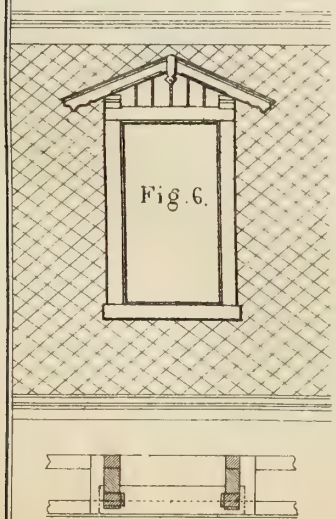
Taf. 25.

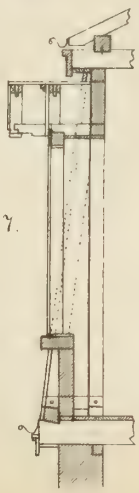


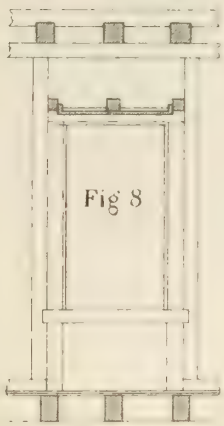


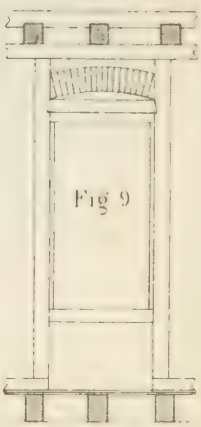












Breymann II Holz / 5 Aufl.

J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig

Fig. 1.

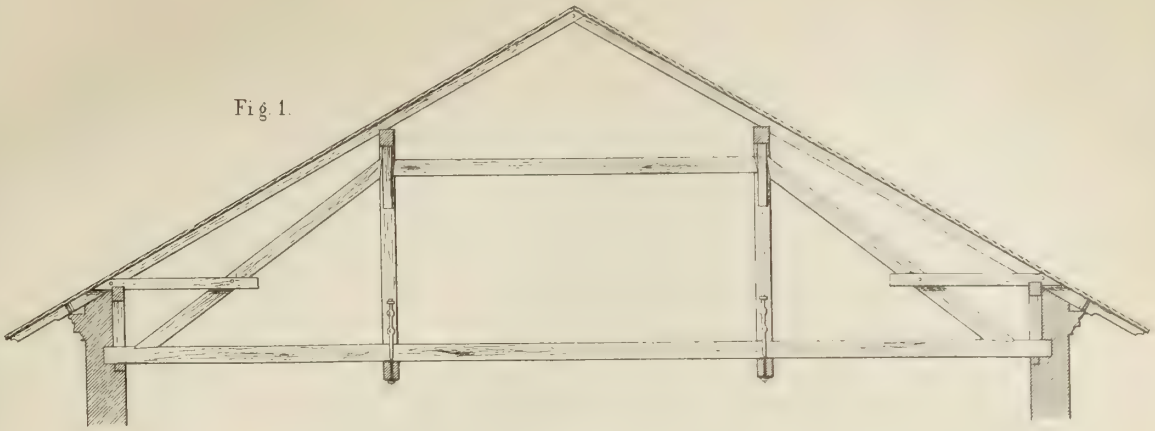


Fig. 2.

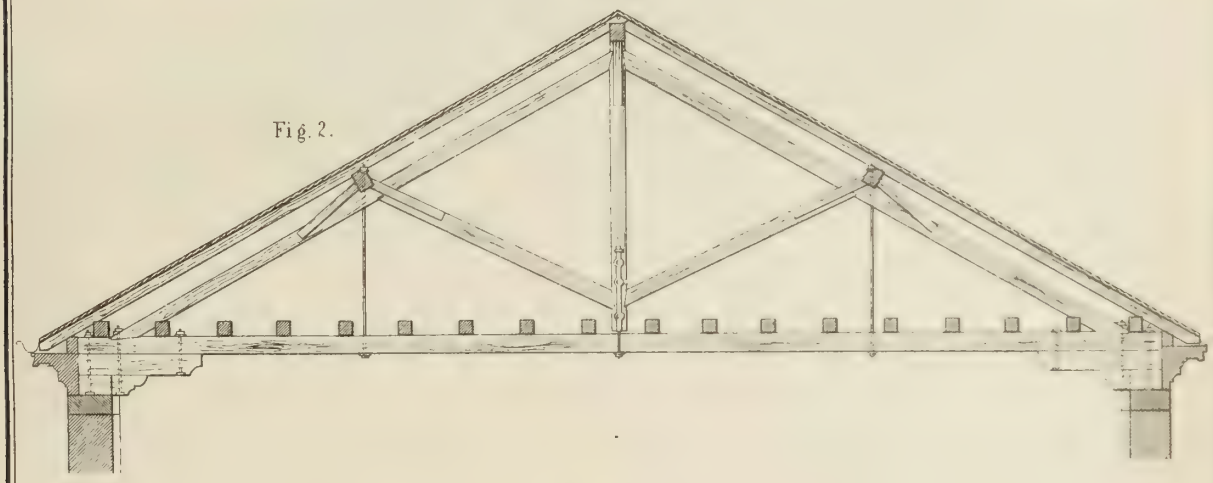


Fig 3.

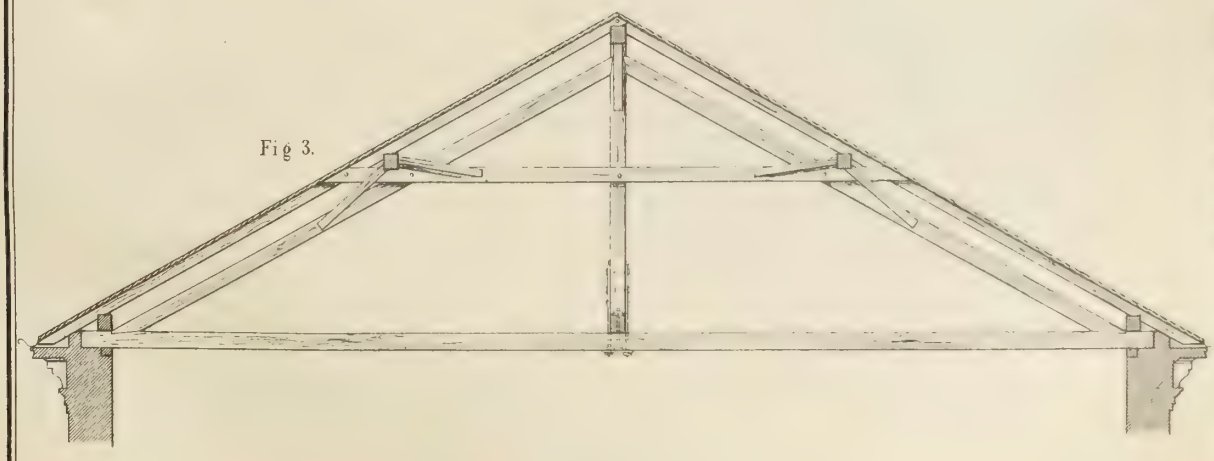


Fig 1.

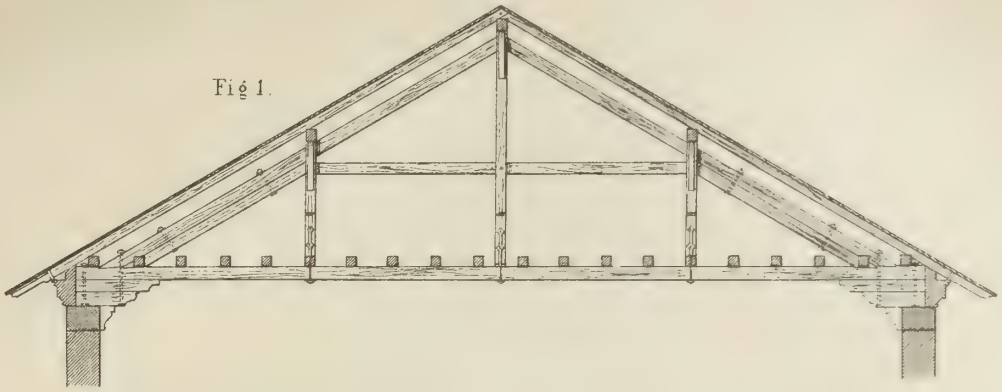


Fig 2.

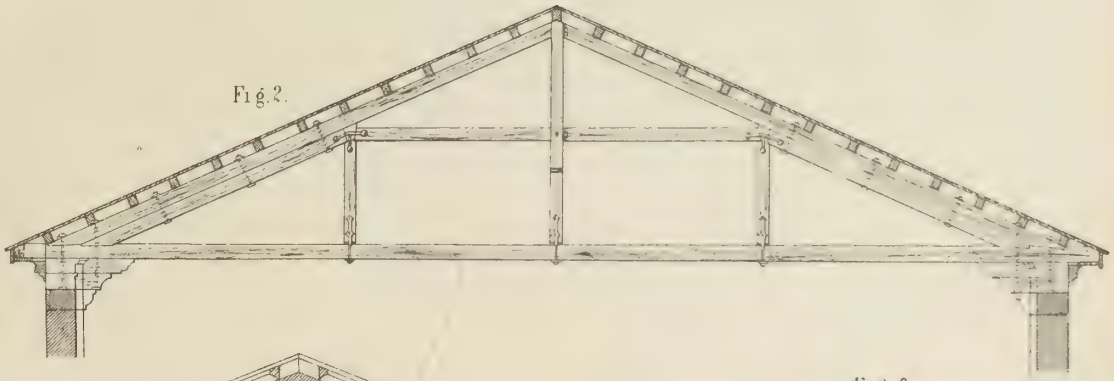
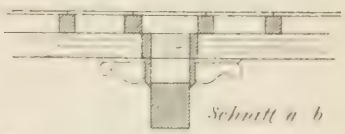


Fig 6.



Schnitt a b

Fig 3.

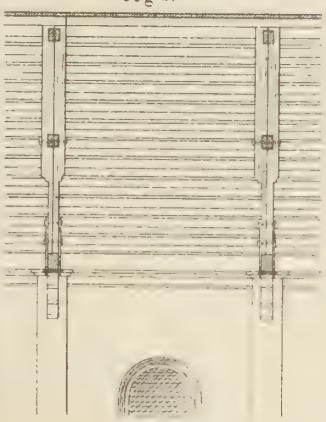
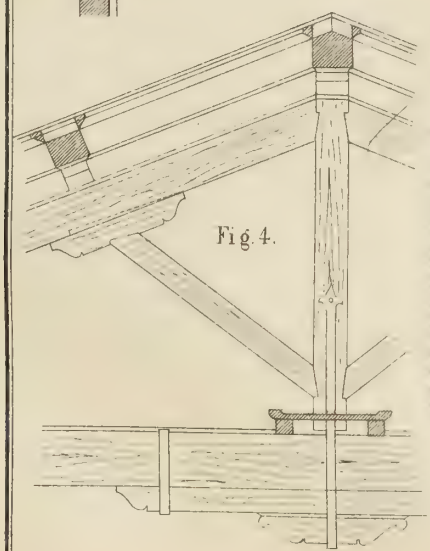


Fig 4.



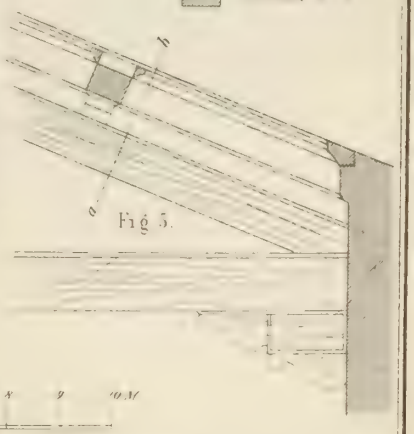
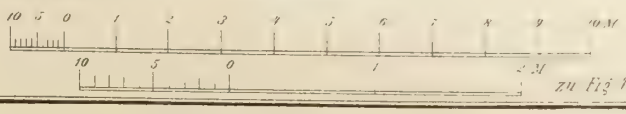
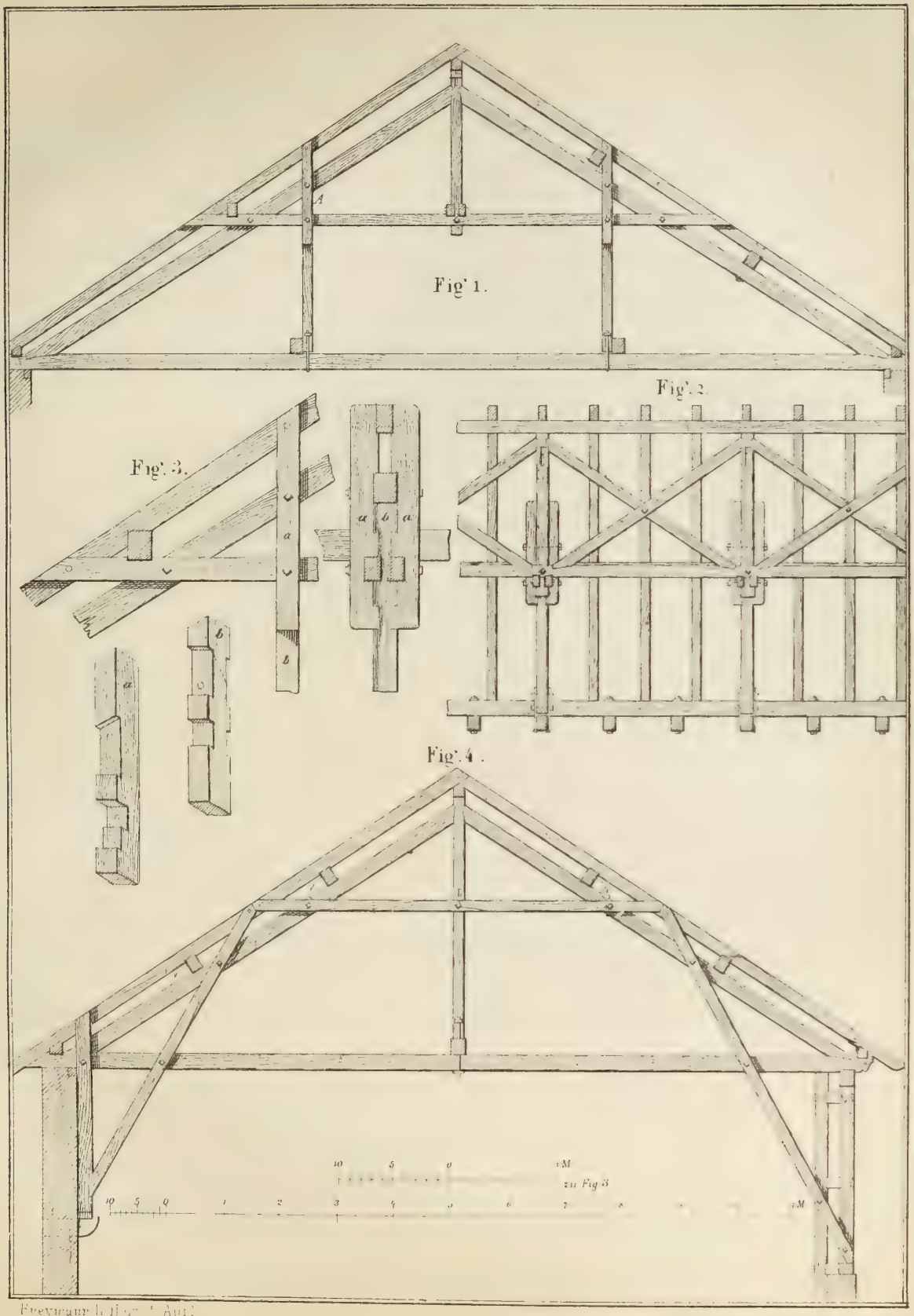


Fig 5.



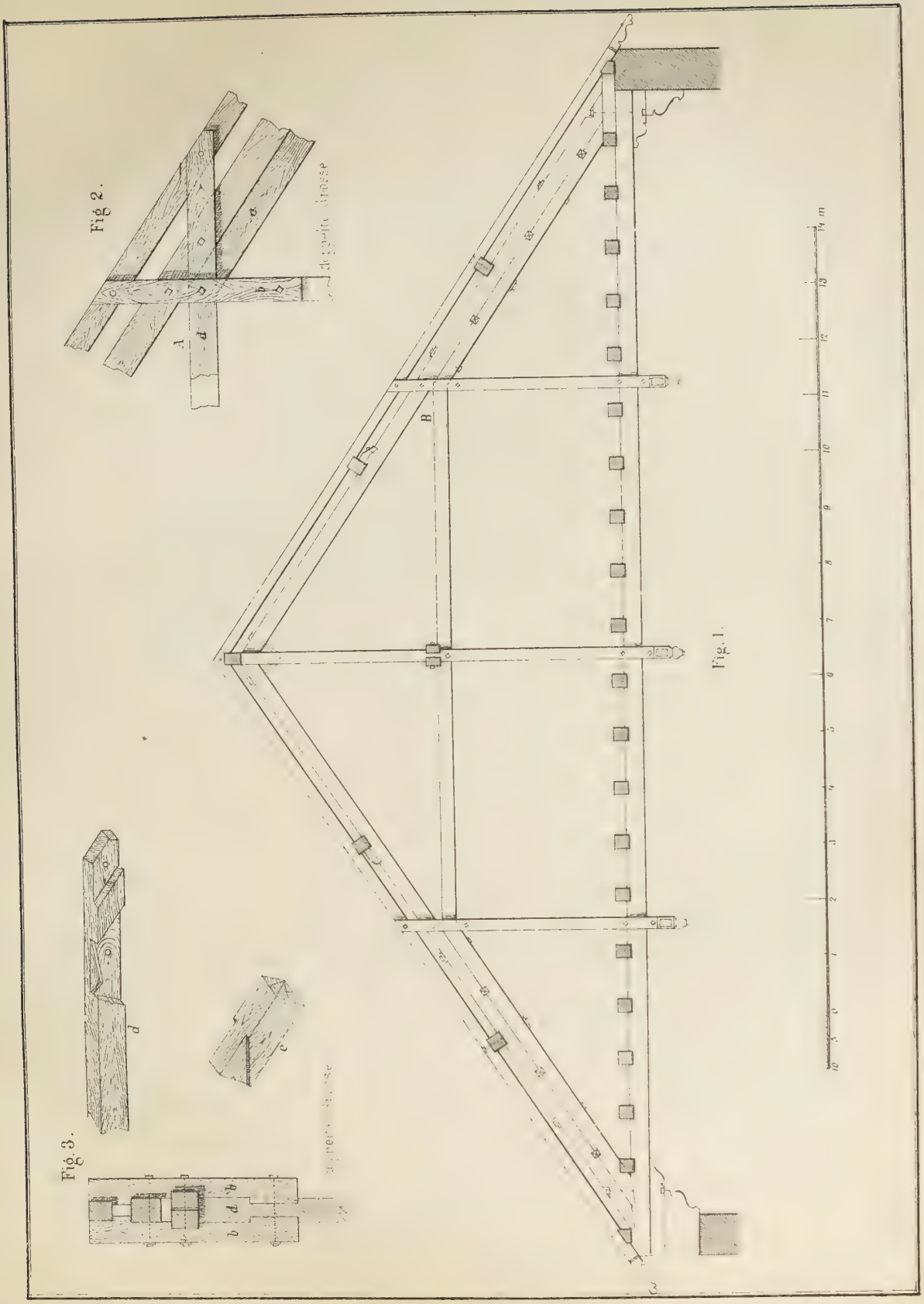
zu Fig 1 5 u 6

Taf 28.

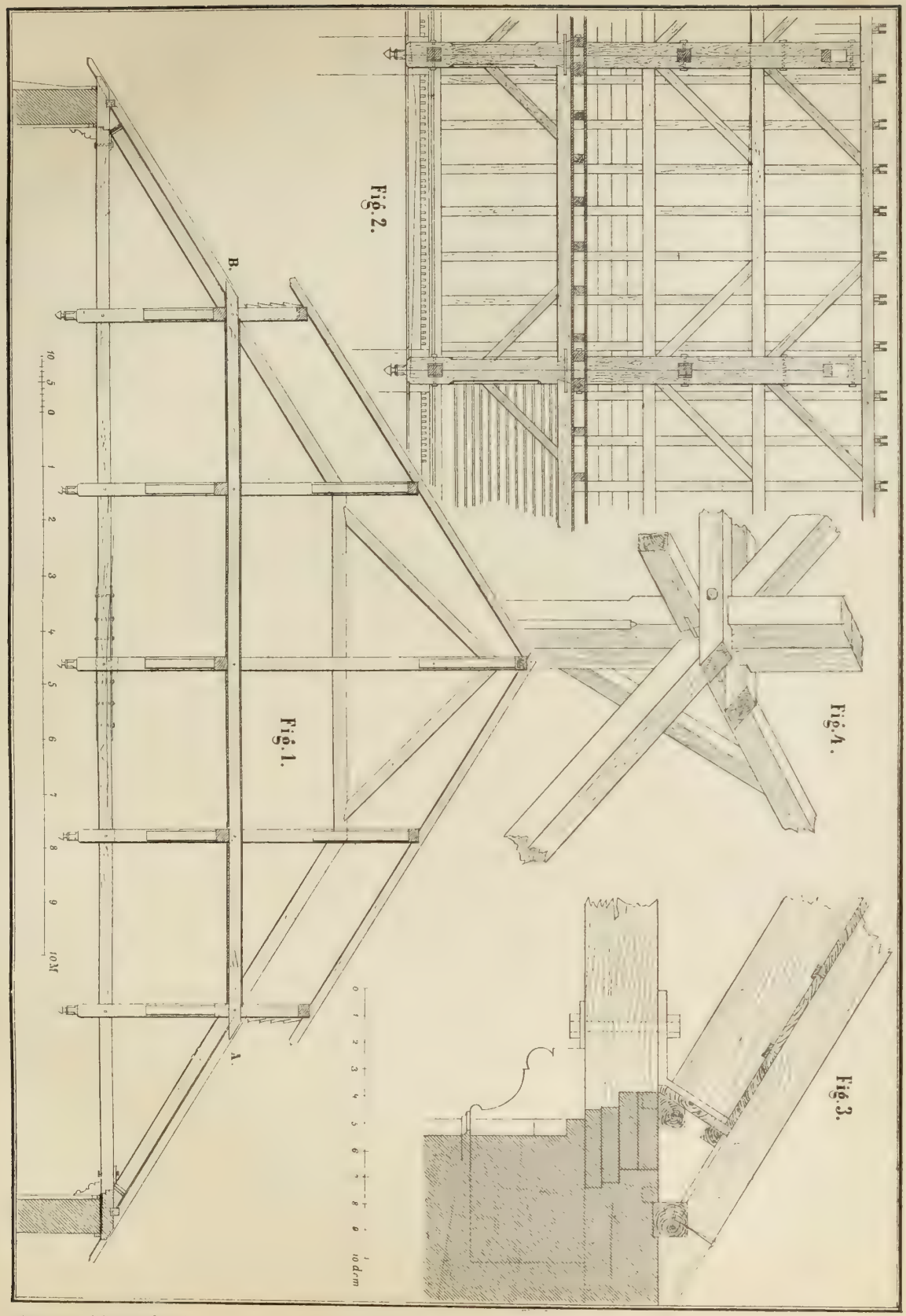


Freymann lith. Anst.

J. M. Gebhardt's Verlags-Leipzig



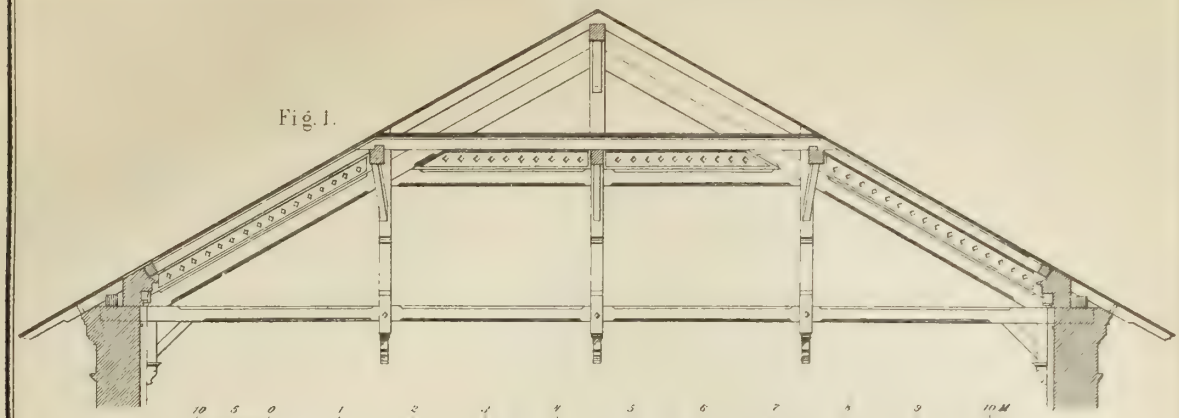
Freymann & Hahn Lith.
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.



Freymann II Holz (3 Aufl.)

J. M. Gebhardt Verlag Leipzig

Fig. 1.



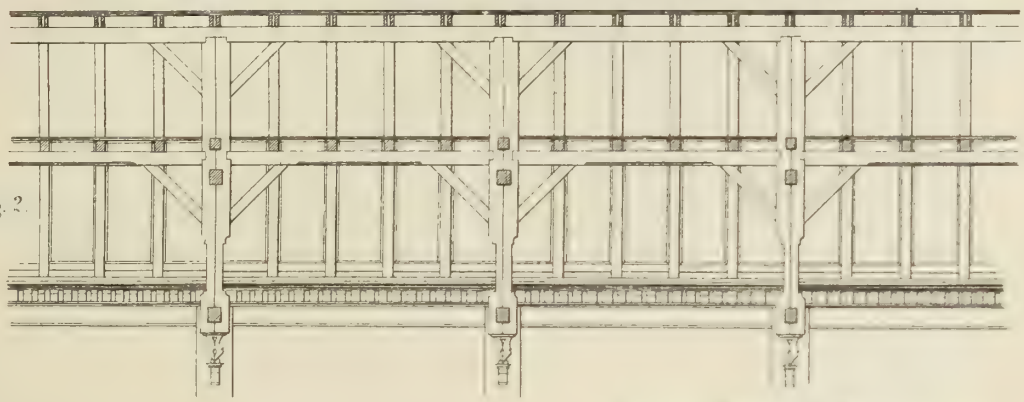
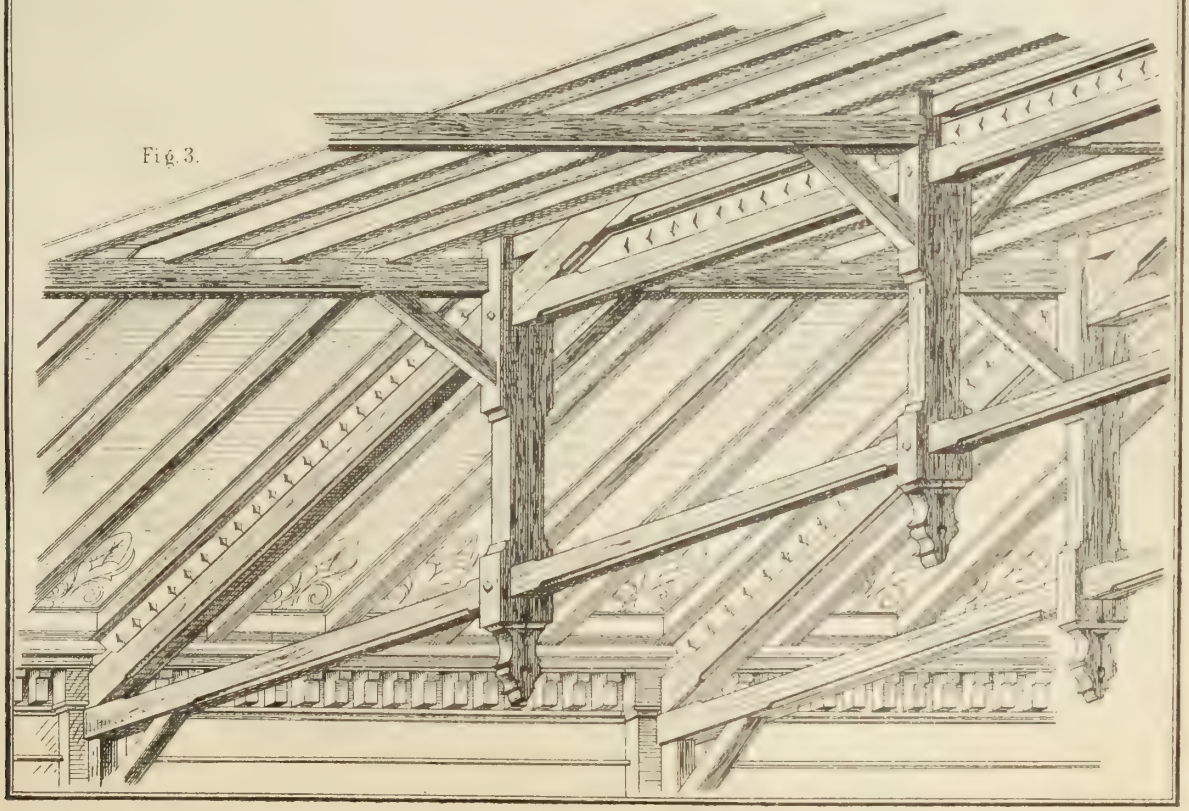


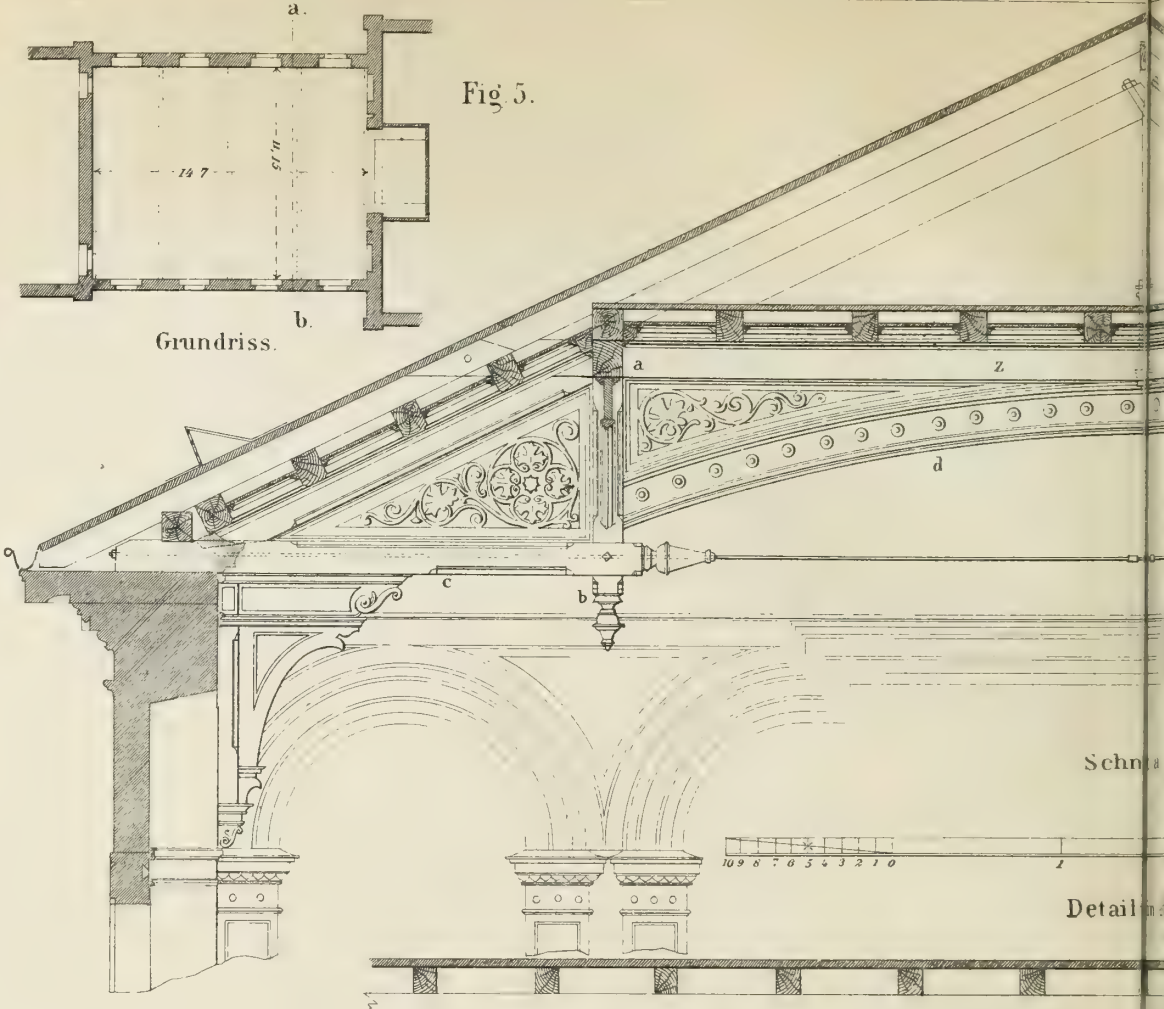
Fig. 2.

Fig. 3.



Grundriss.

Fig. 5.



Schn

Detail

Fig. 3.

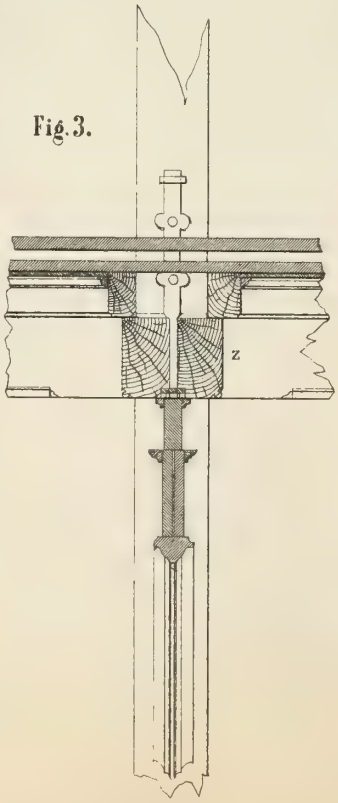


Fig. 2.

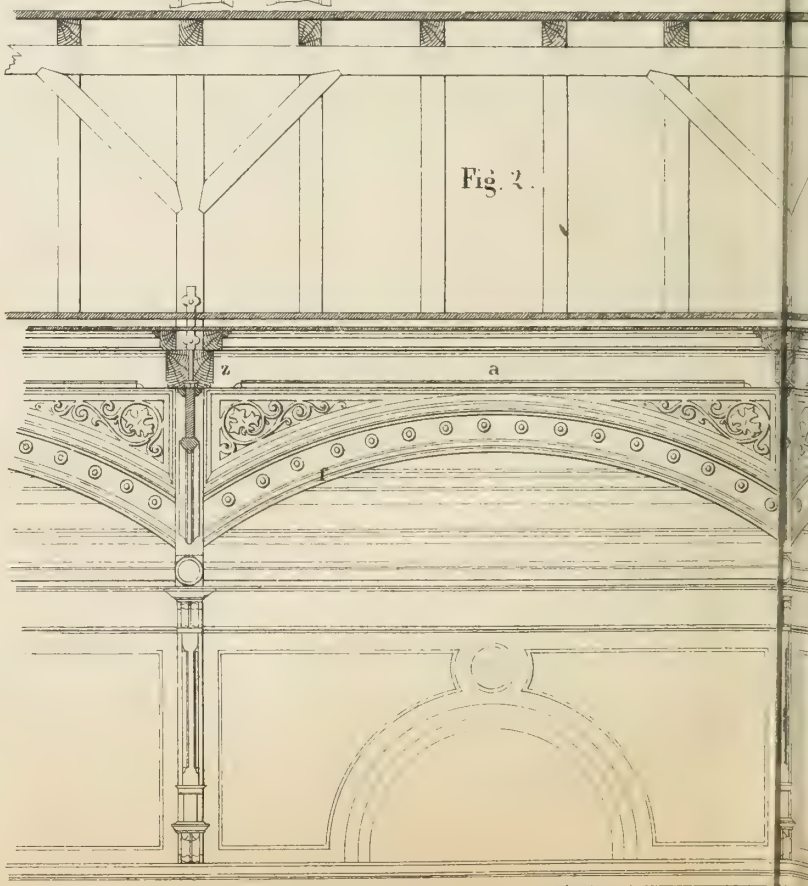


Fig. 1.

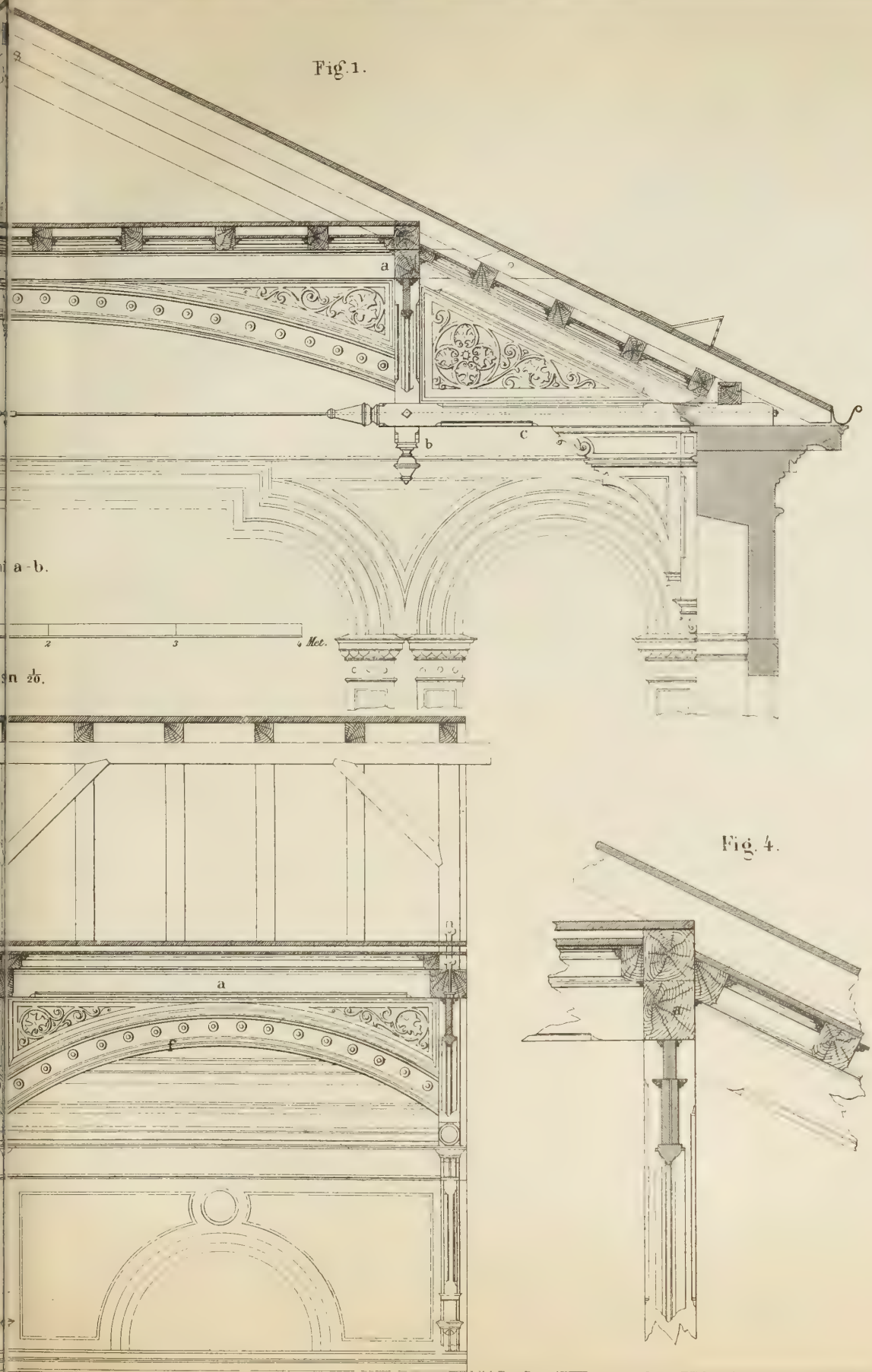


Fig. 4.

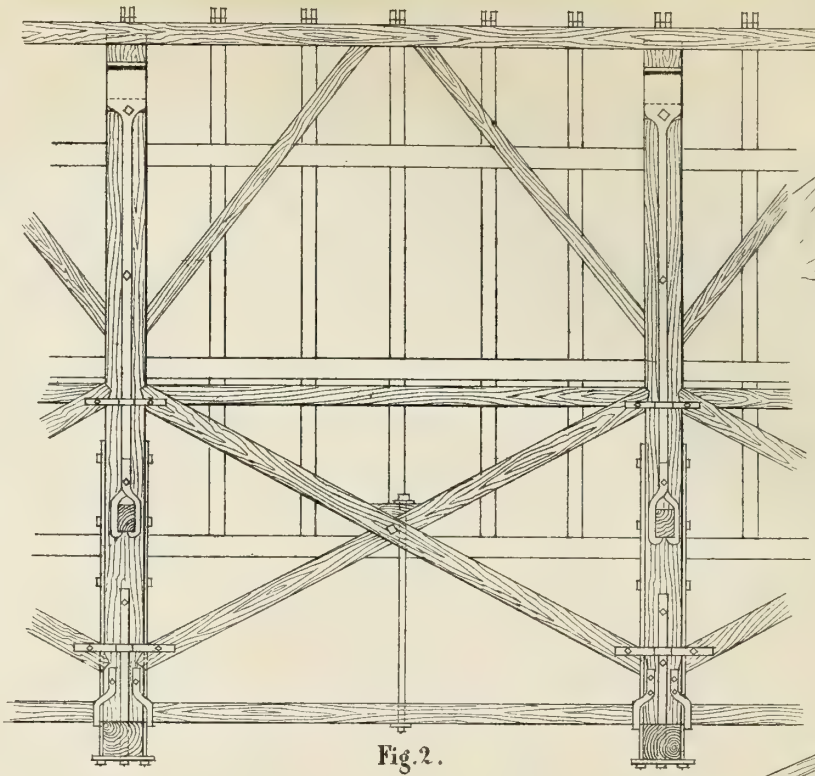


Fig. 2.

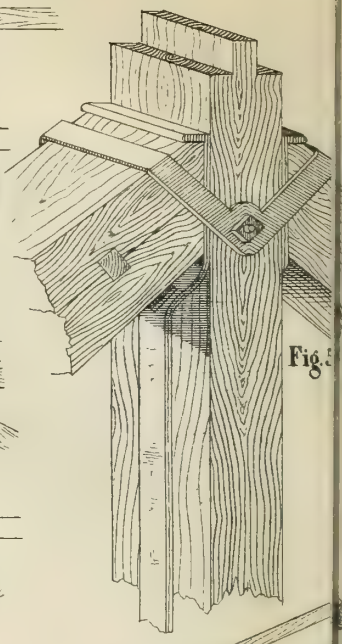


Fig. 3

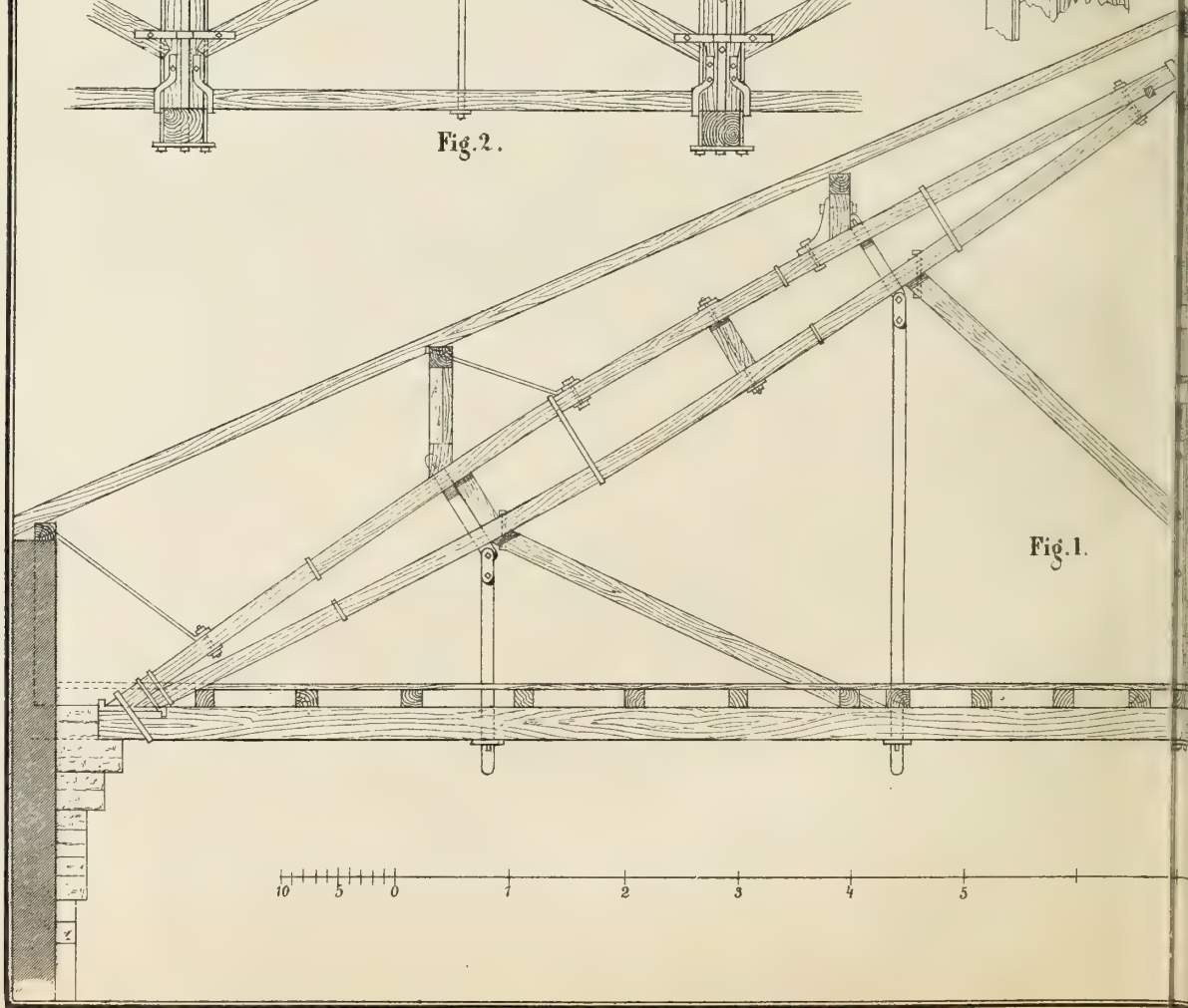


Fig. 1.

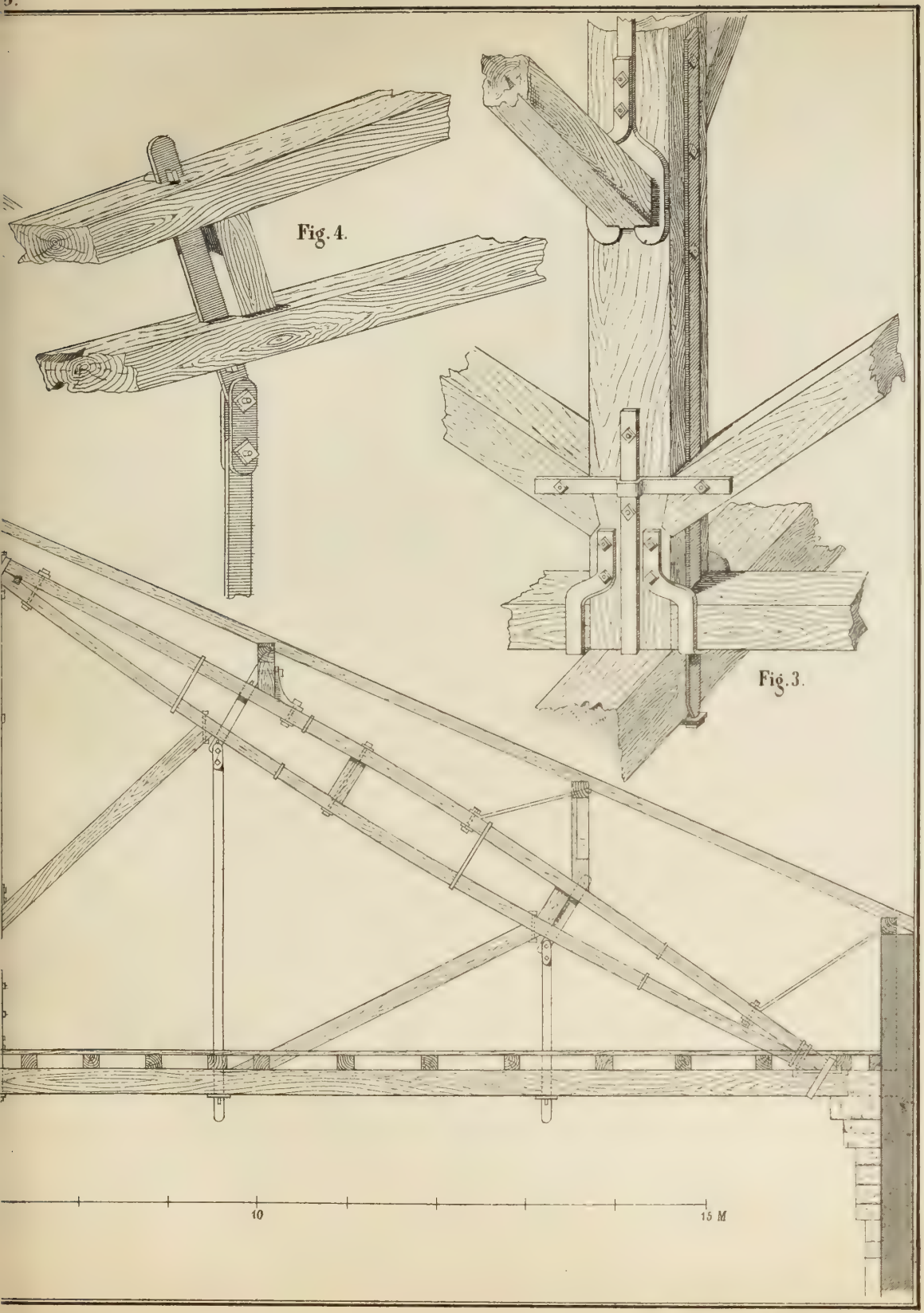


Fig. 4.

Fig. 3.

10

15 M

J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig

Taf. 34

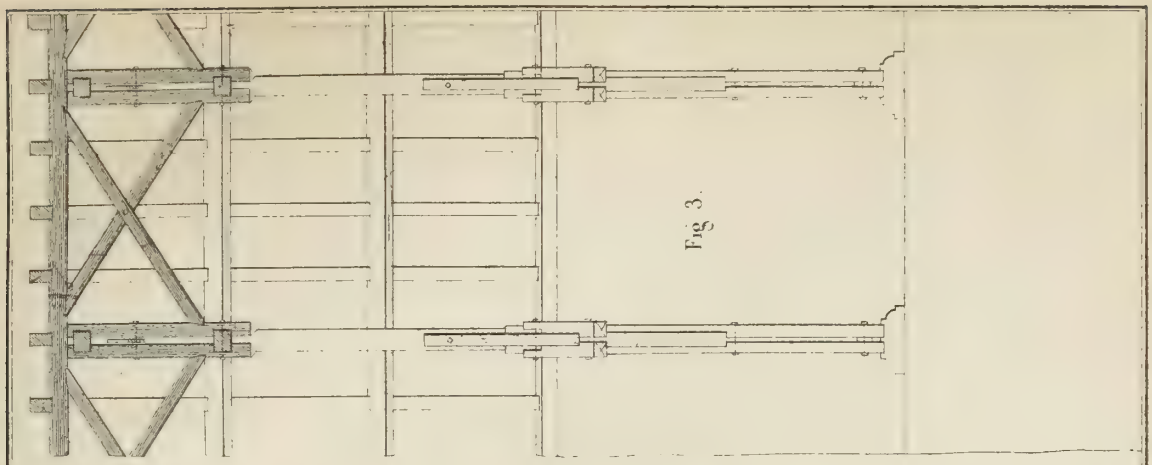


Fig. 3.

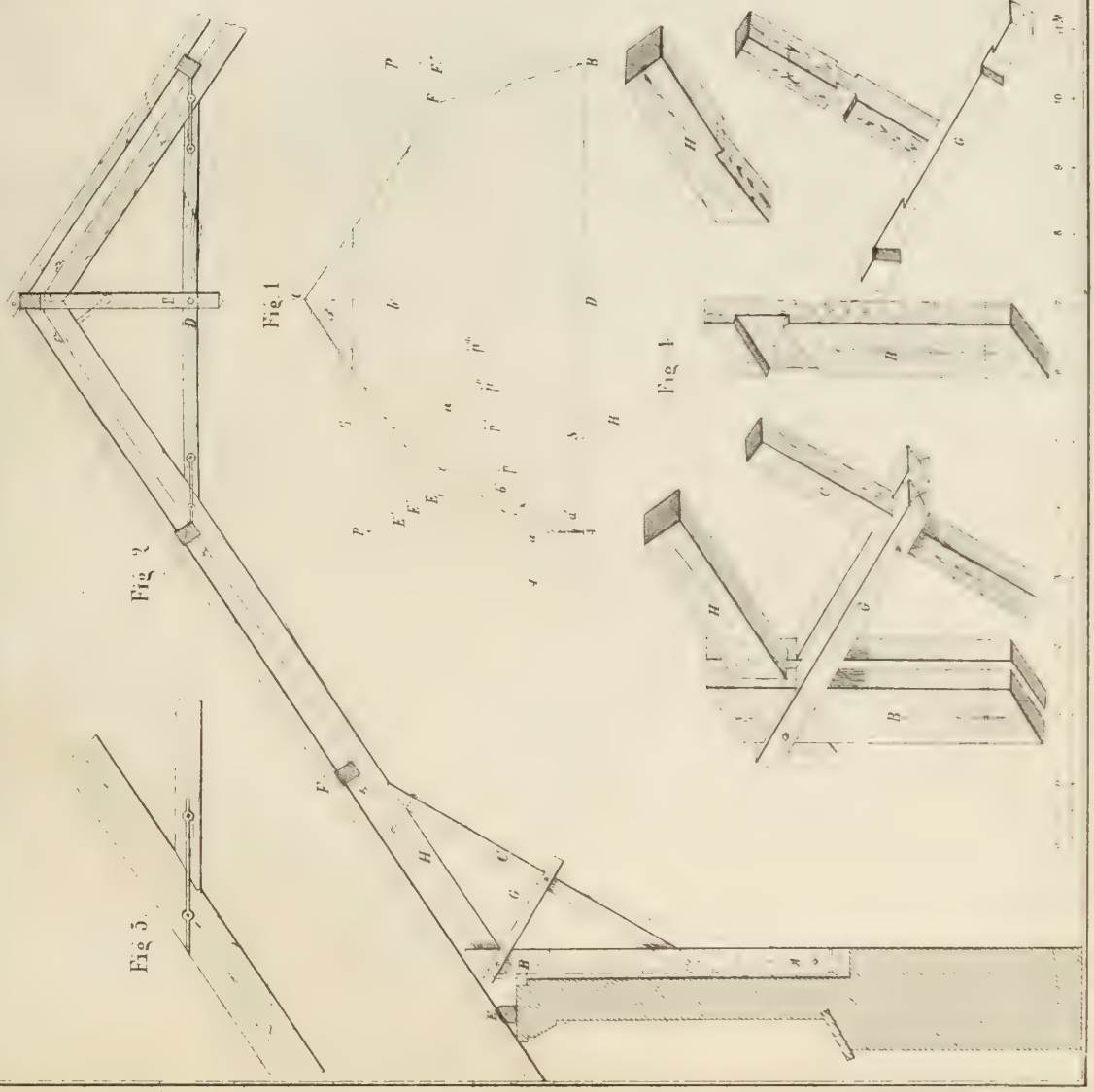
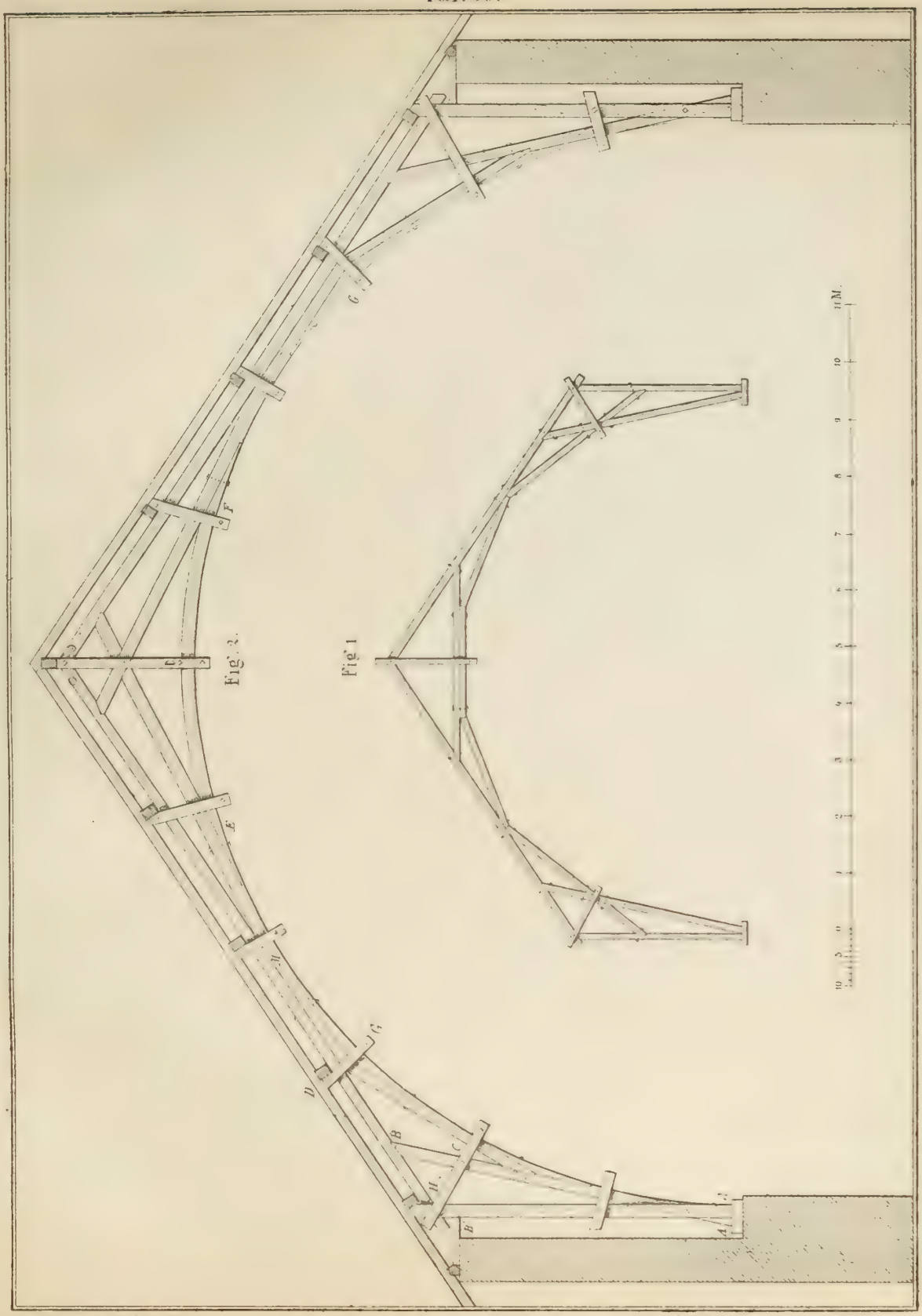


Fig. 1

Fig. 4.

Fig. 2

Fig. 5.



M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Fig. 3.

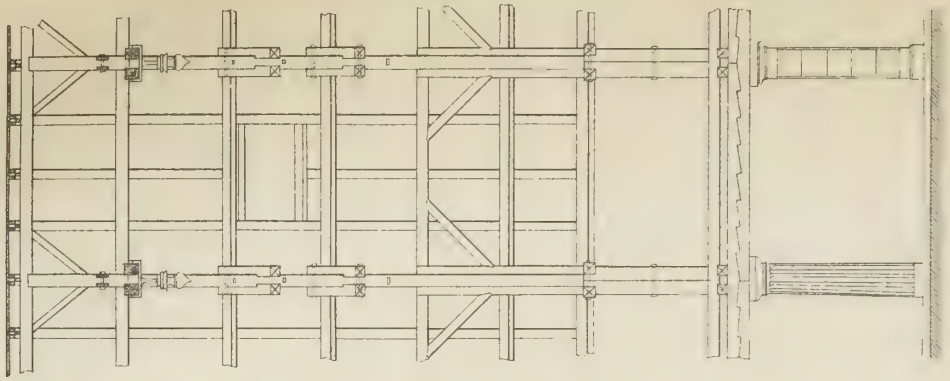


Fig. 2.

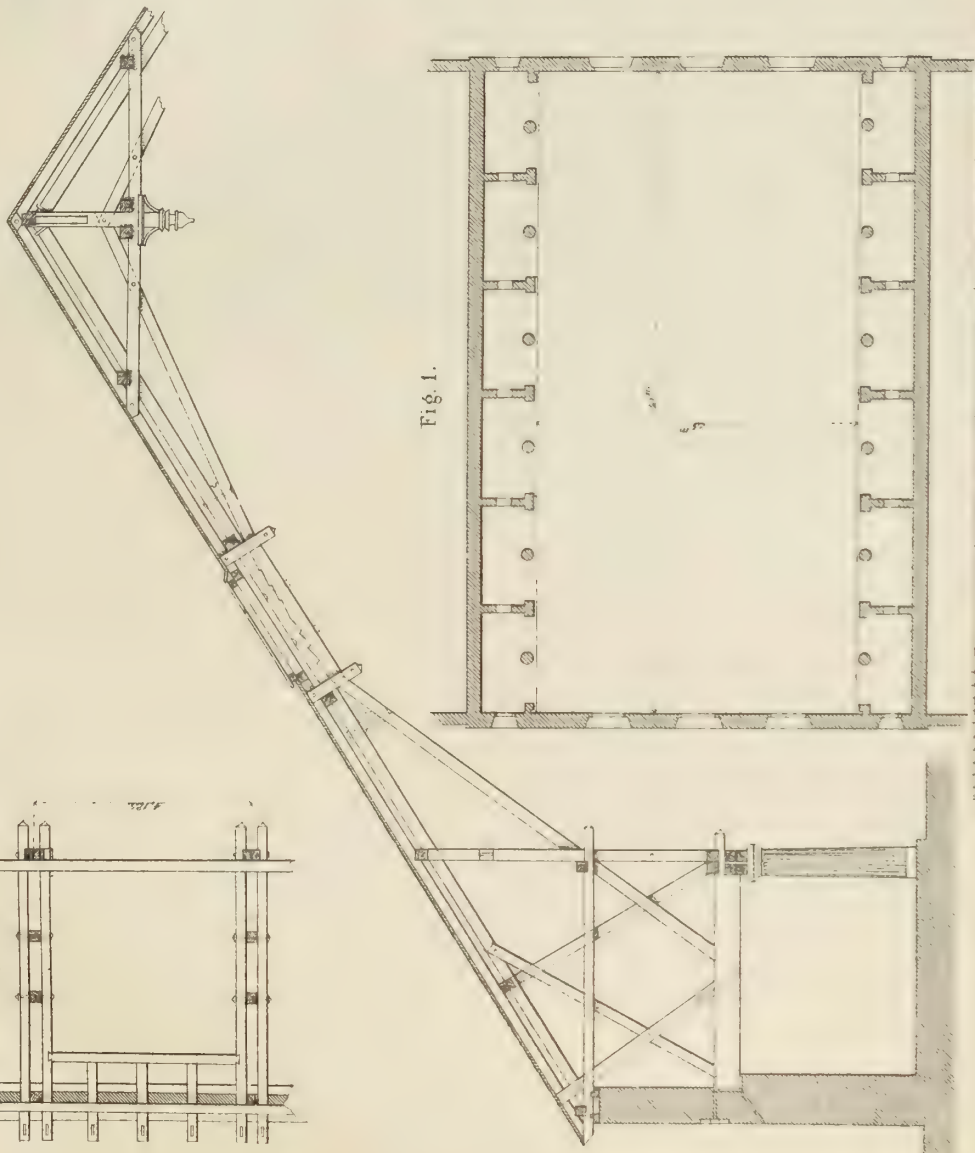
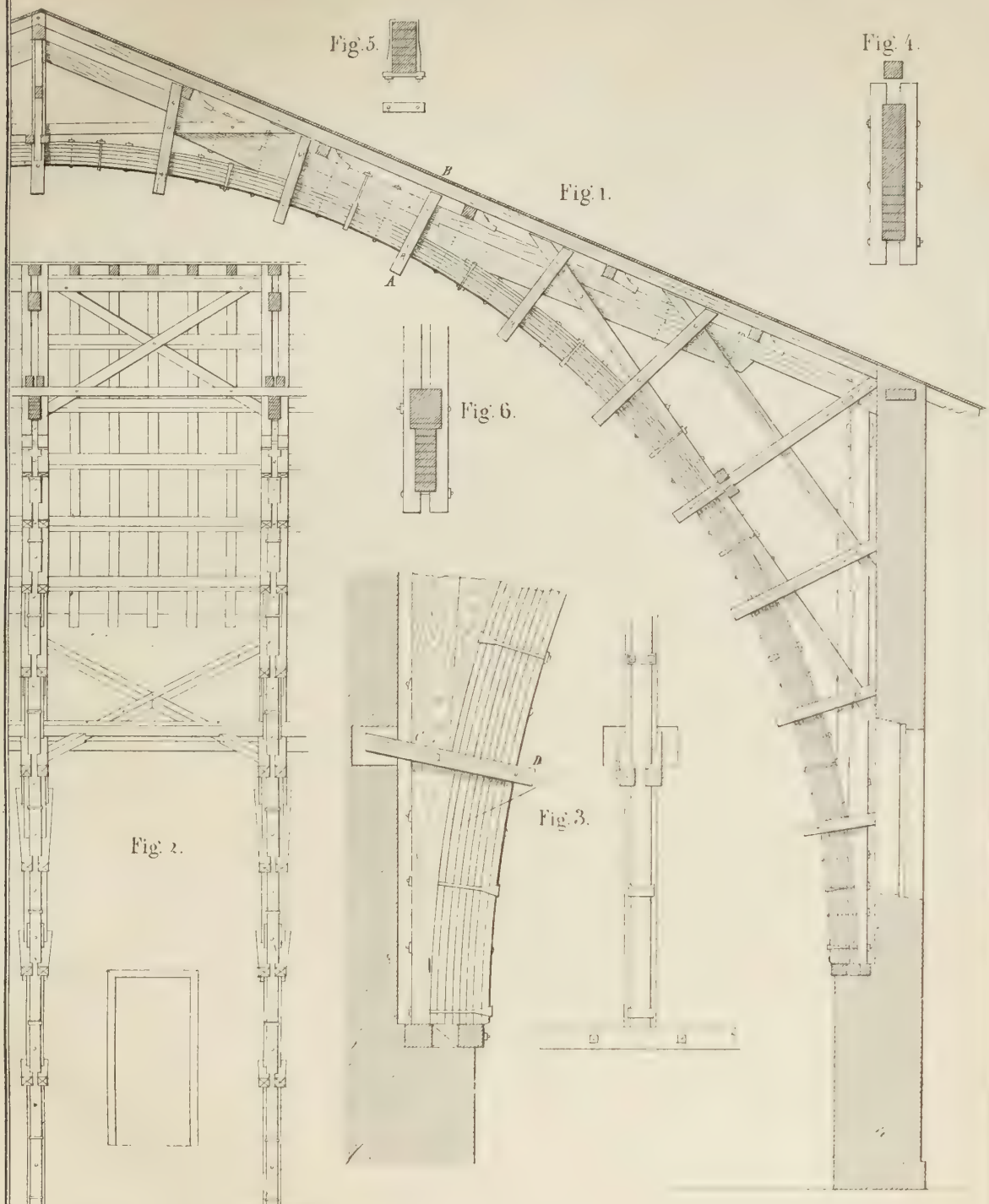


Fig. 1.

Fig. 4.



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

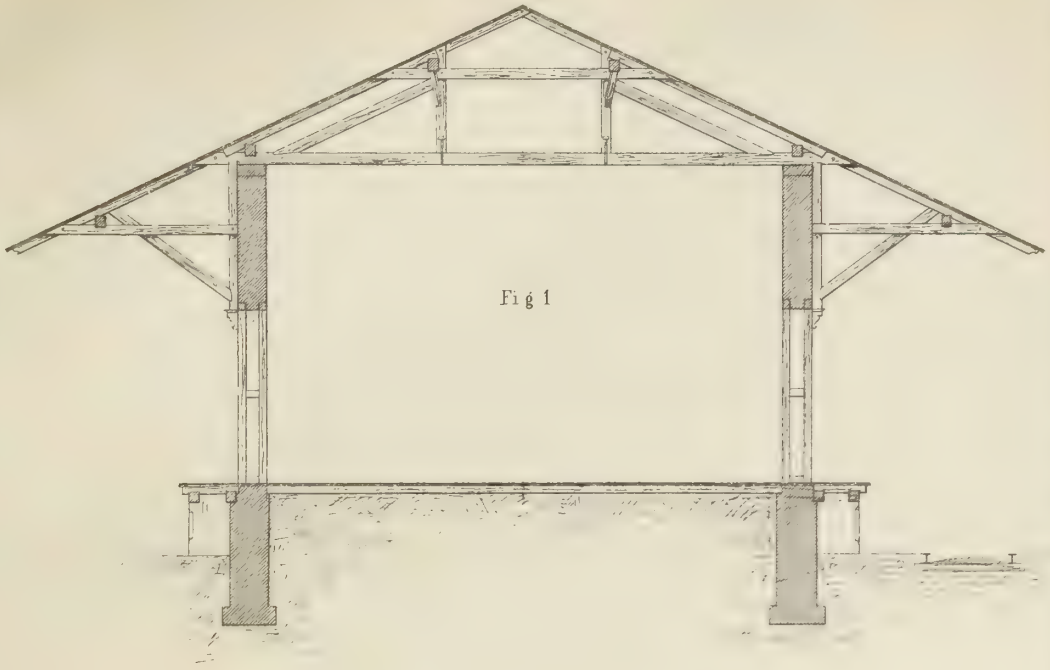


Fig 1

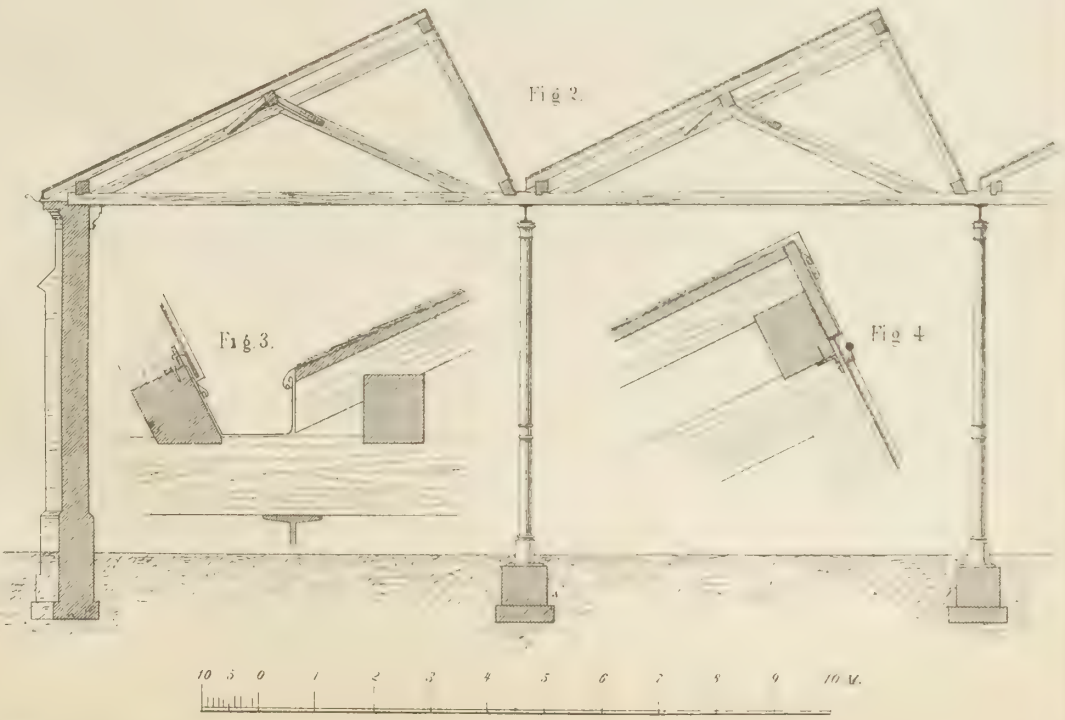


Fig 2.

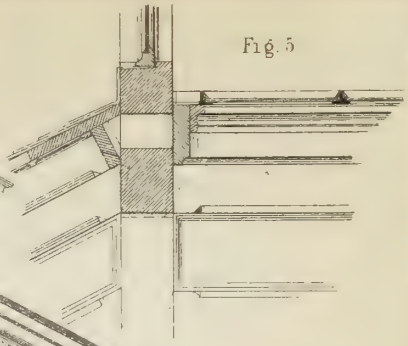
Fig 3.

Fig 4

10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M.

Fig. 4.

Fig. 5



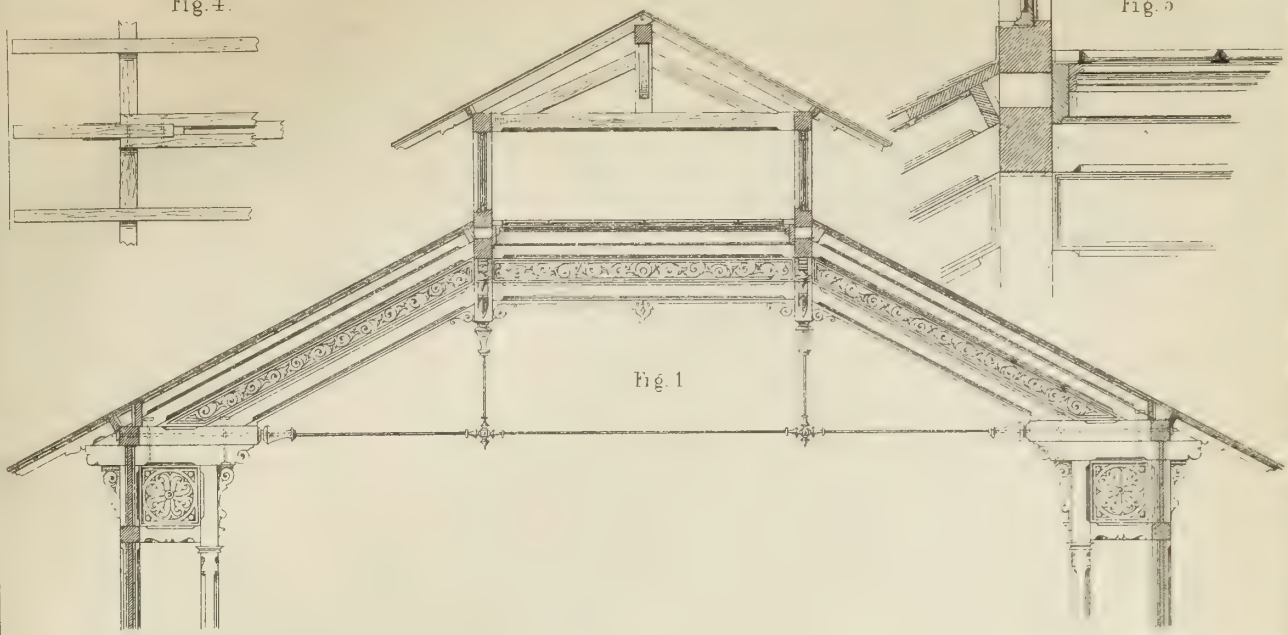


Fig. 1

Fig. 3.

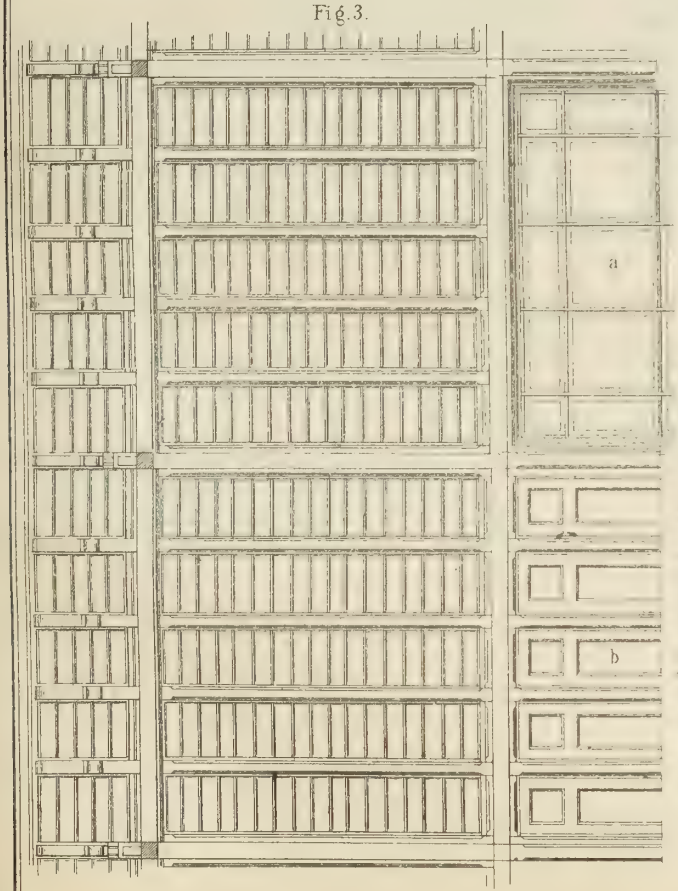
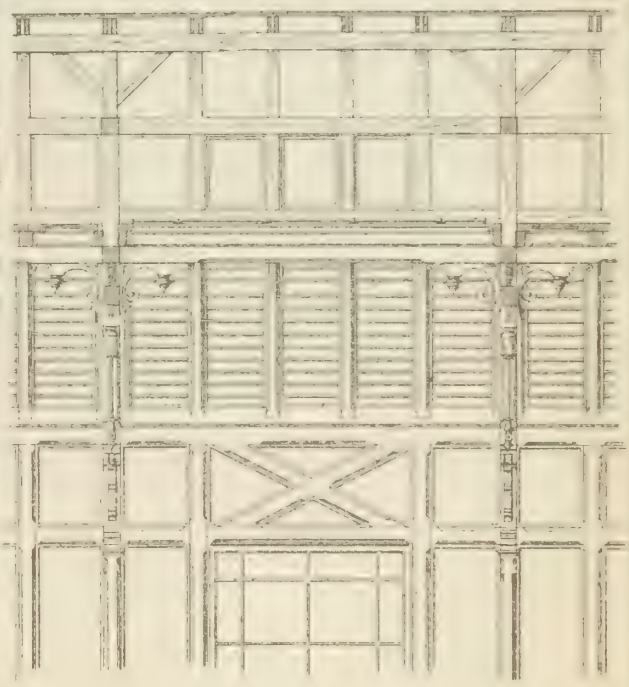


Fig. 2



Taf. 40.

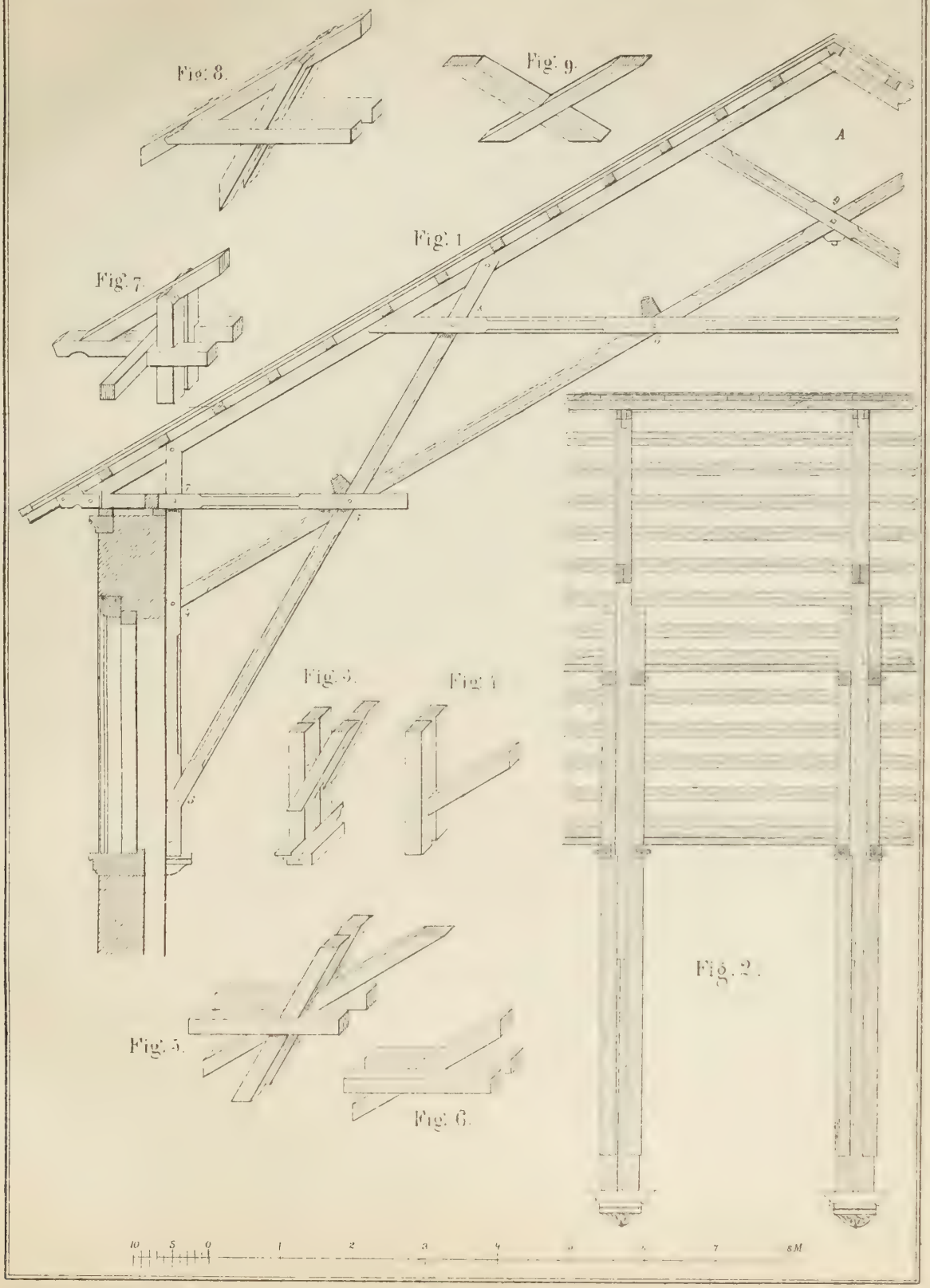
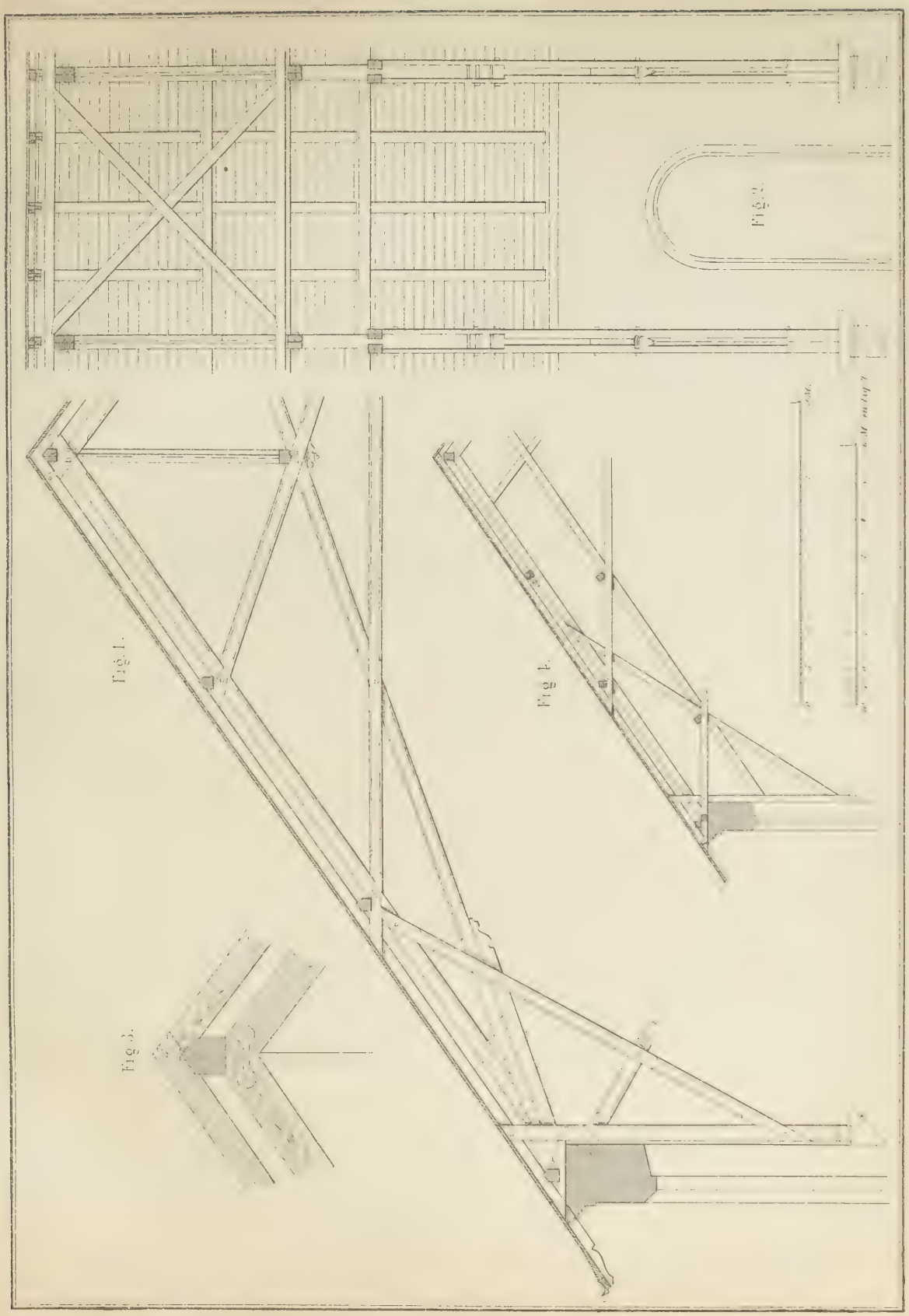


Fig. 8.
Fig. 9.
A
Fig. 1
Fig. 7.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 6.
10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8M



J.M. Gebhardt's Verlag. Leipzig.

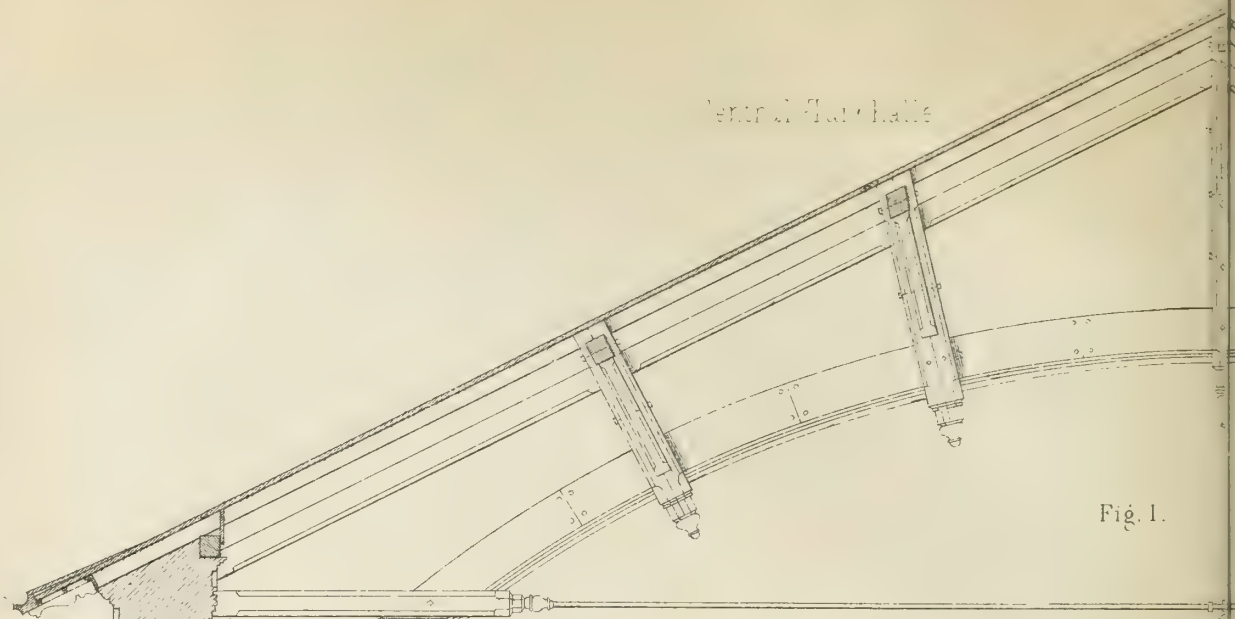


Fig. 1.

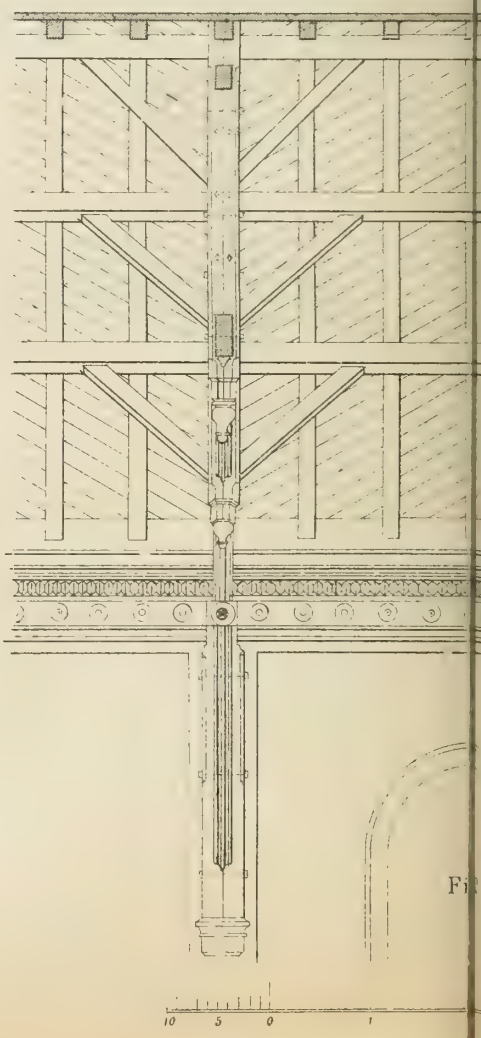
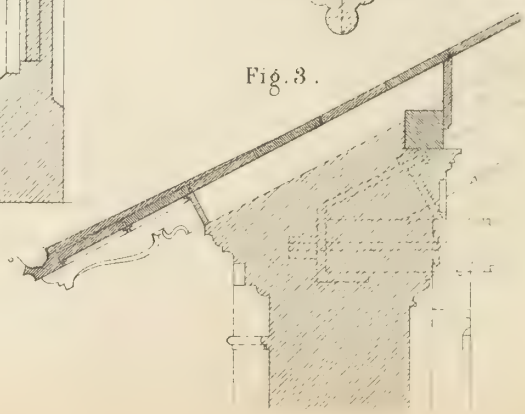
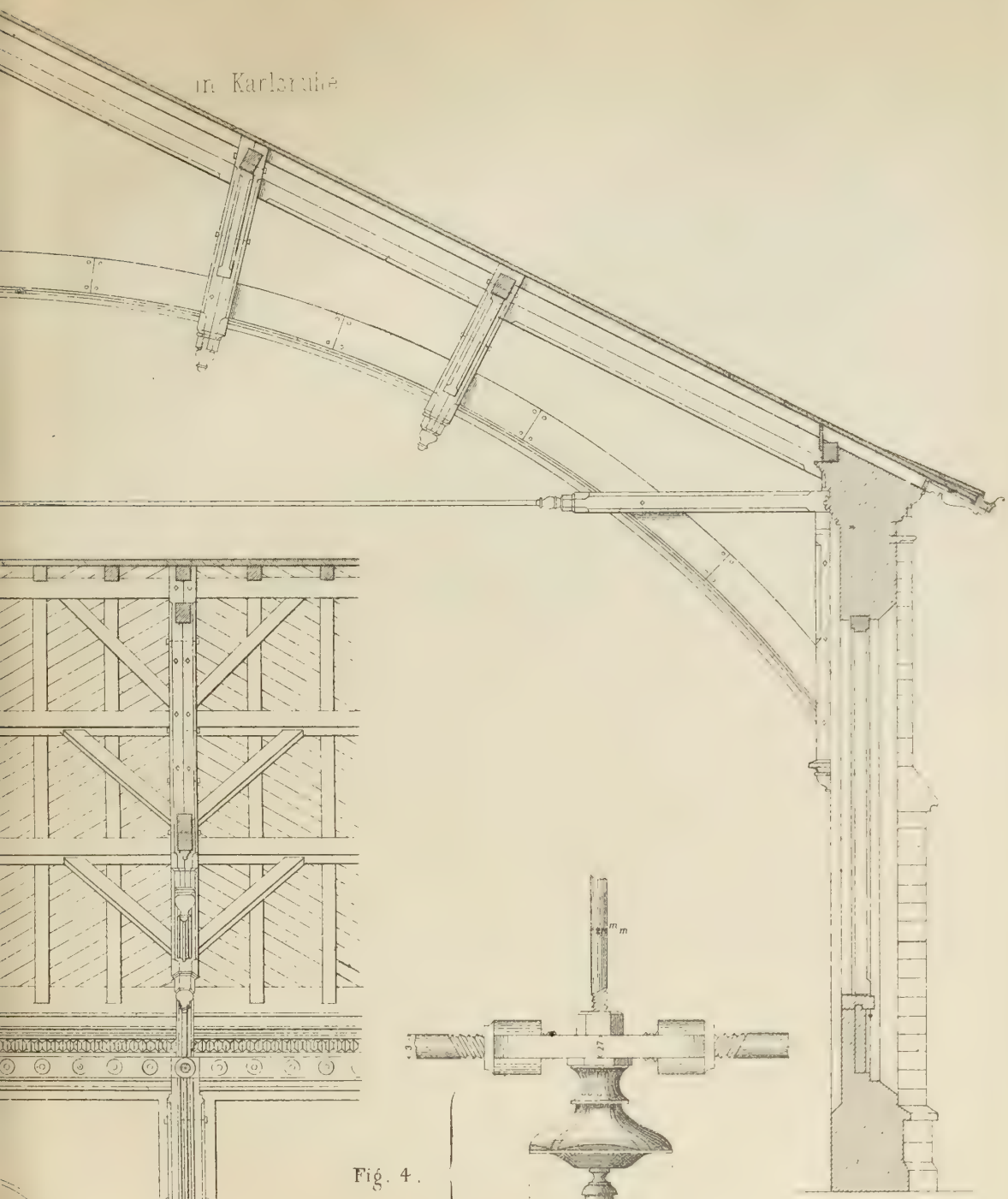
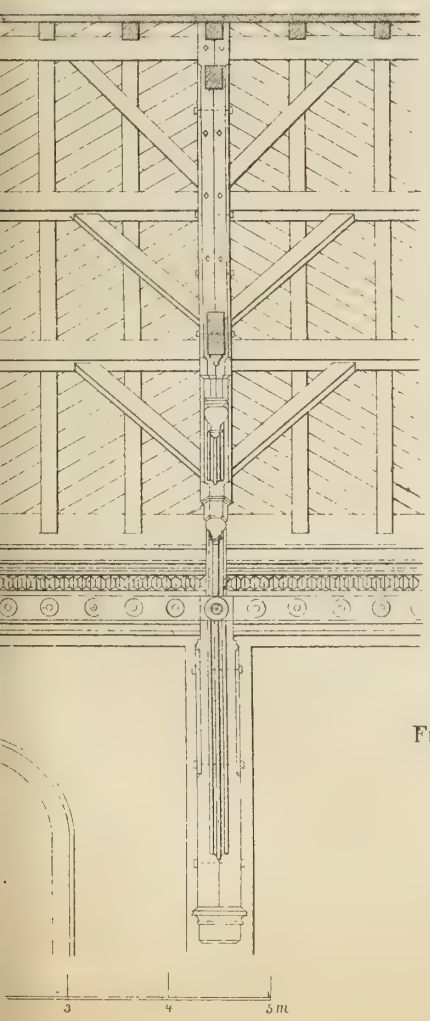


Fig. 5.

Fig. 3.







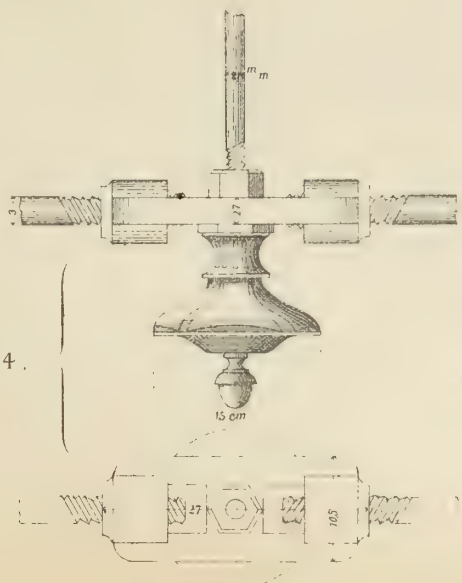


Fig. 4.

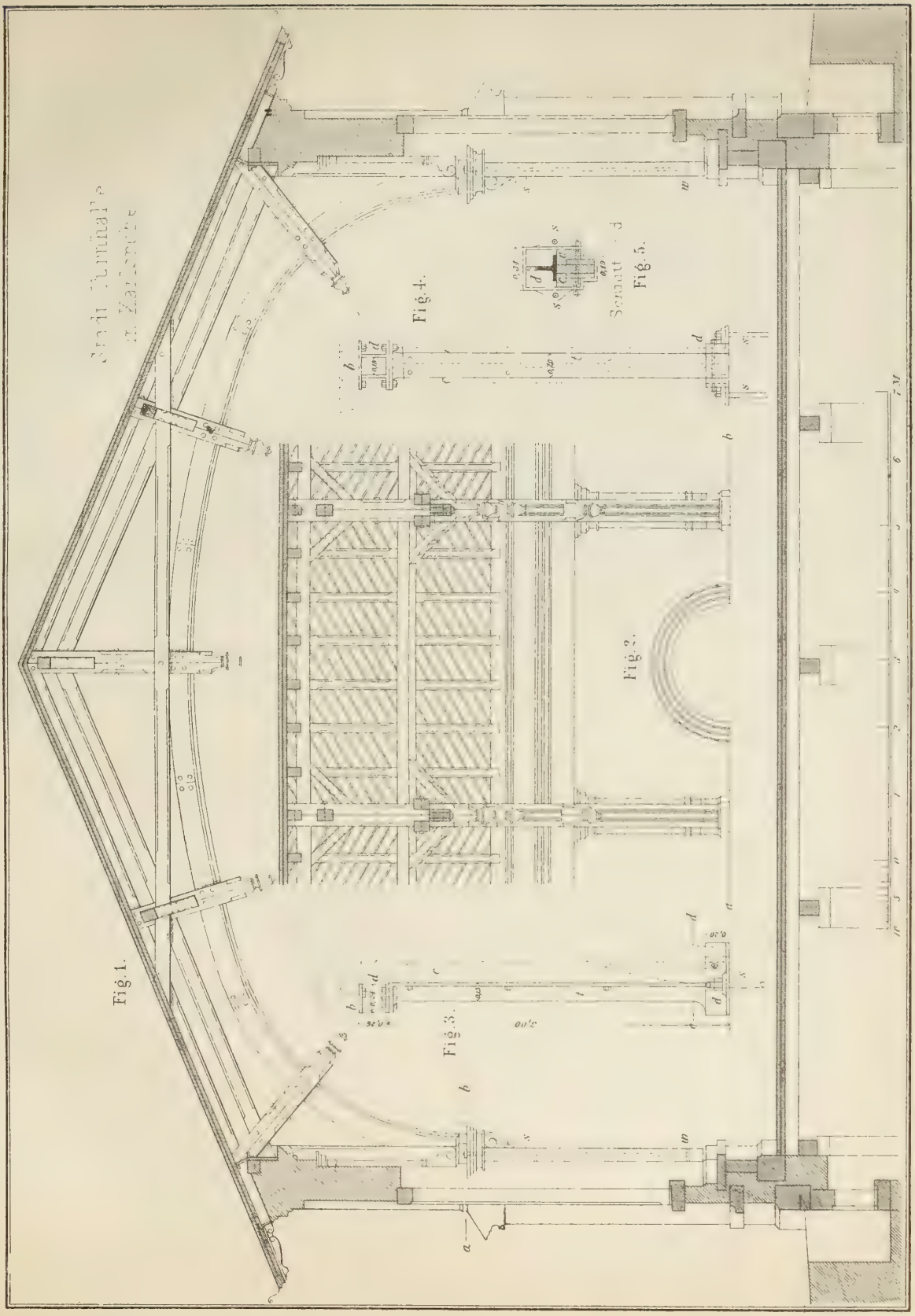


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

Fig. 1.

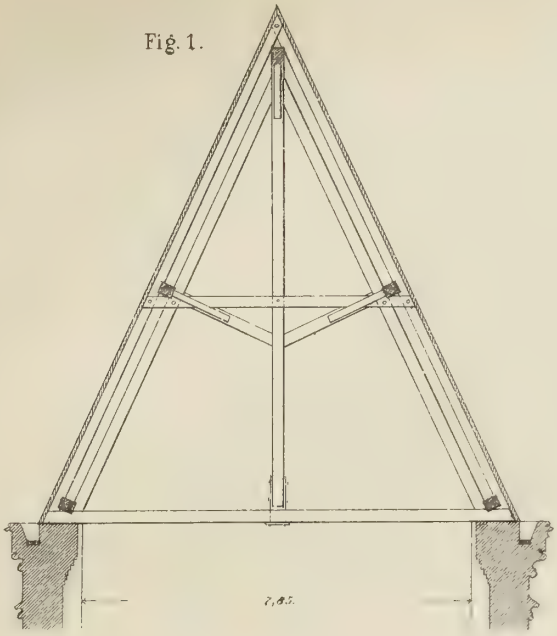


Fig. 2.

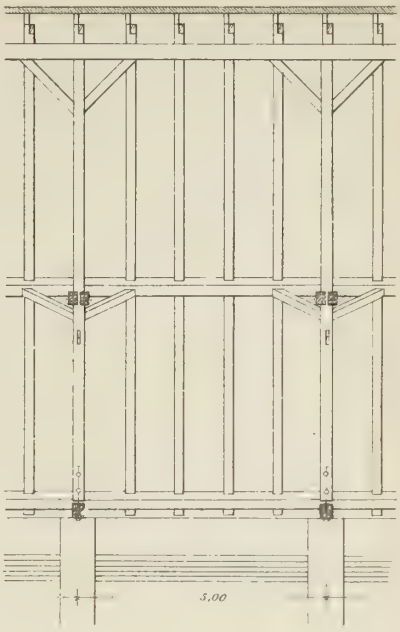


Fig. 3.

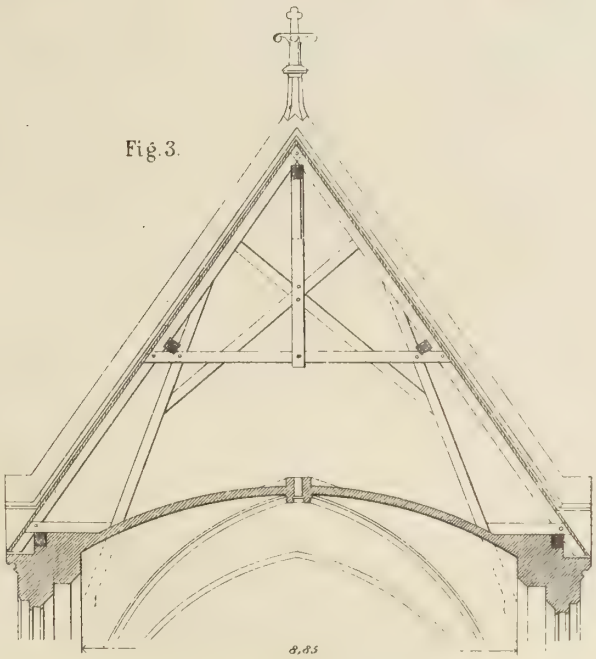
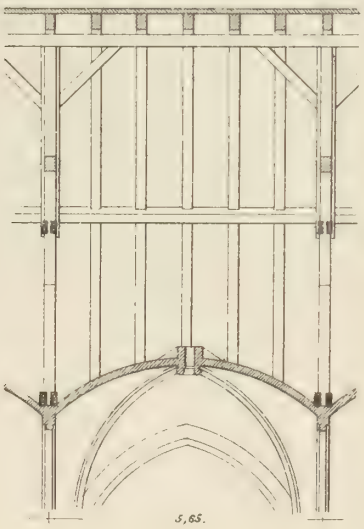


Fig 4.



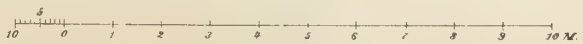


Fig. 2.

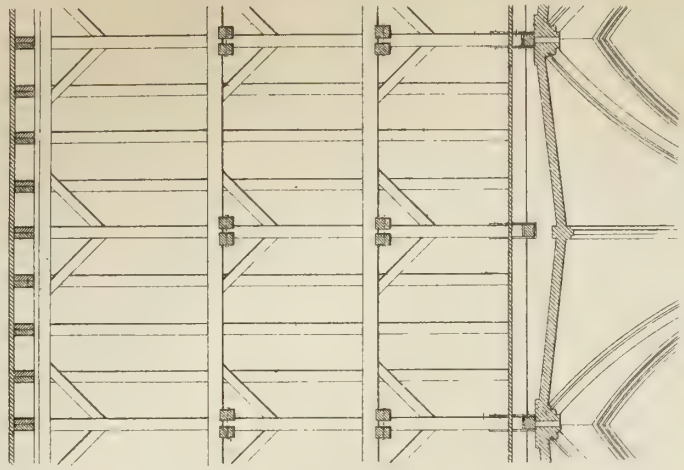


Fig. 1.

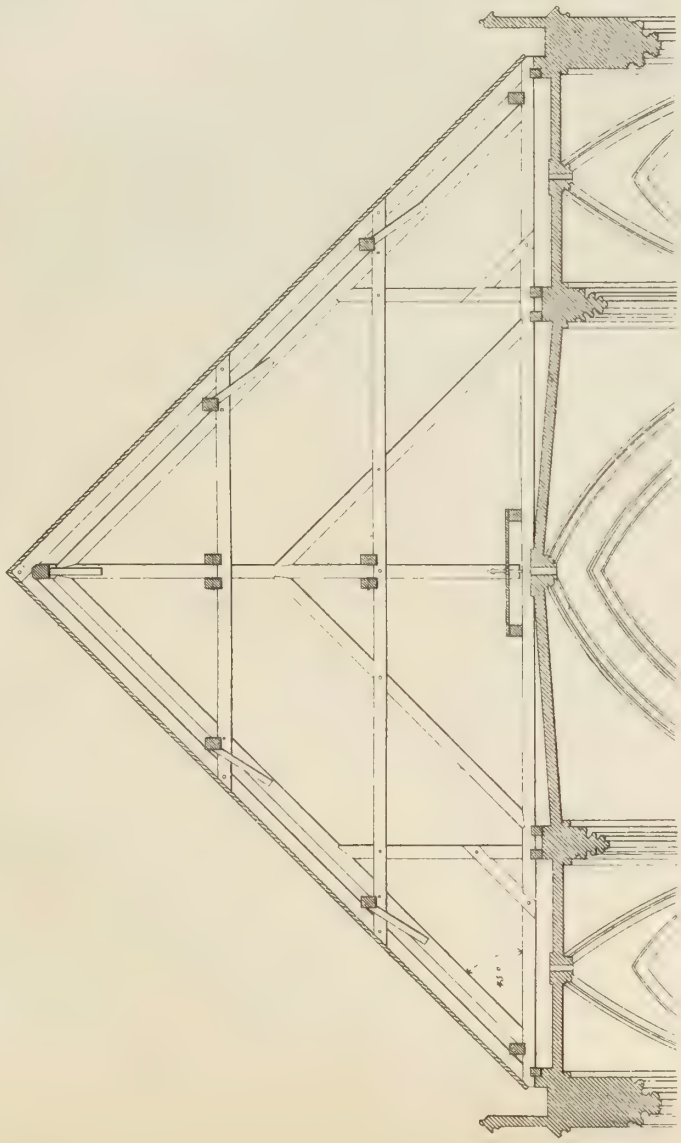


Fig. 2.

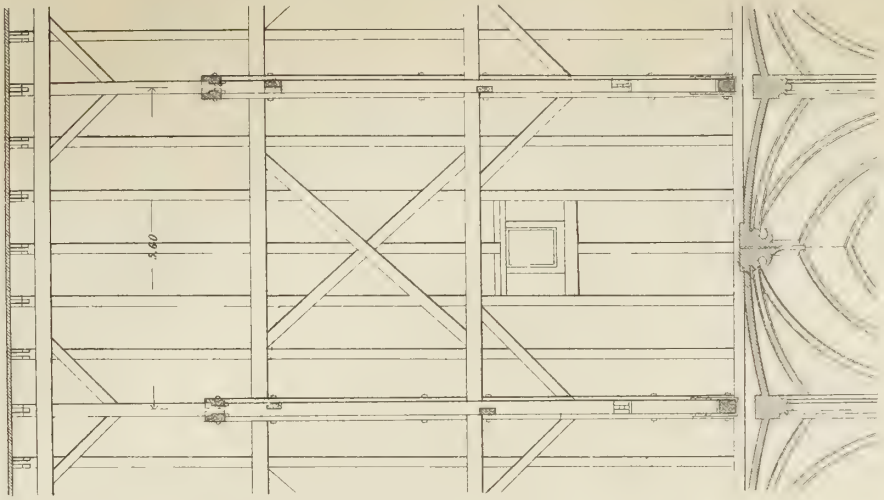


Fig. 1.

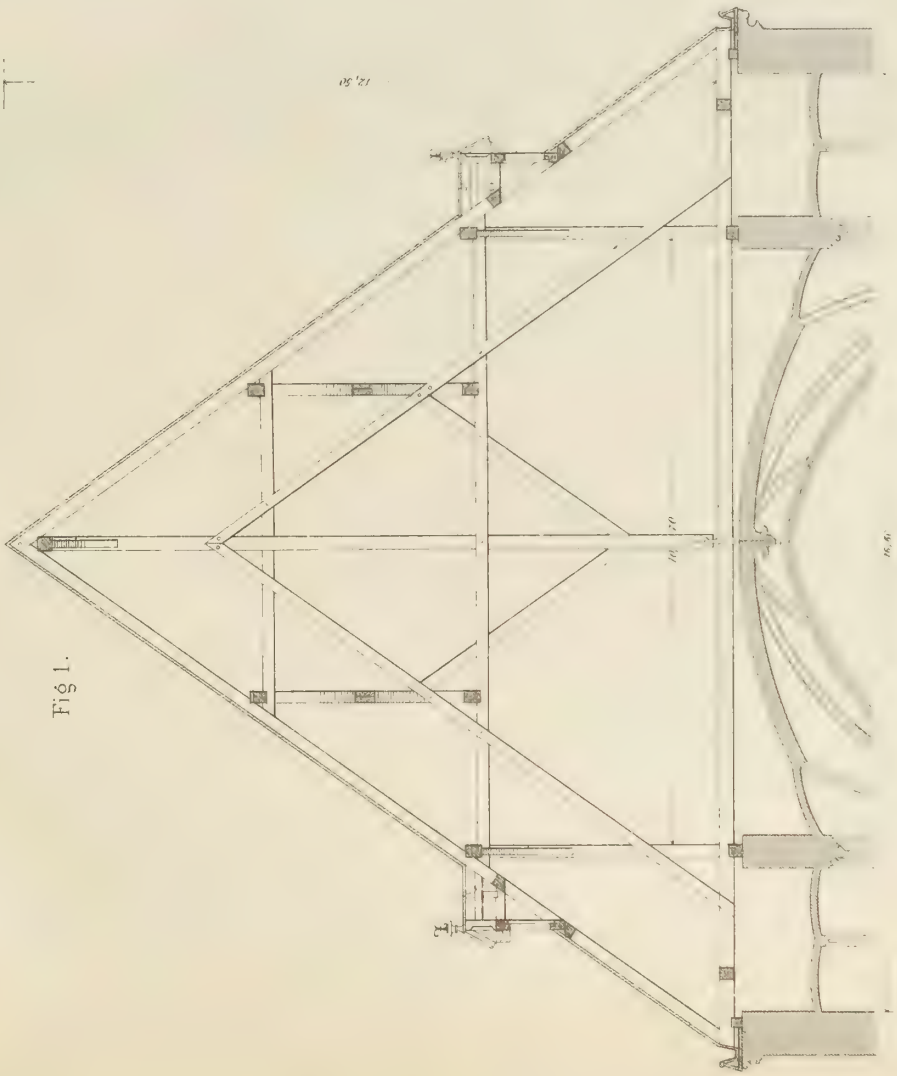


Fig. 4.
a — b.

Fig. 1.

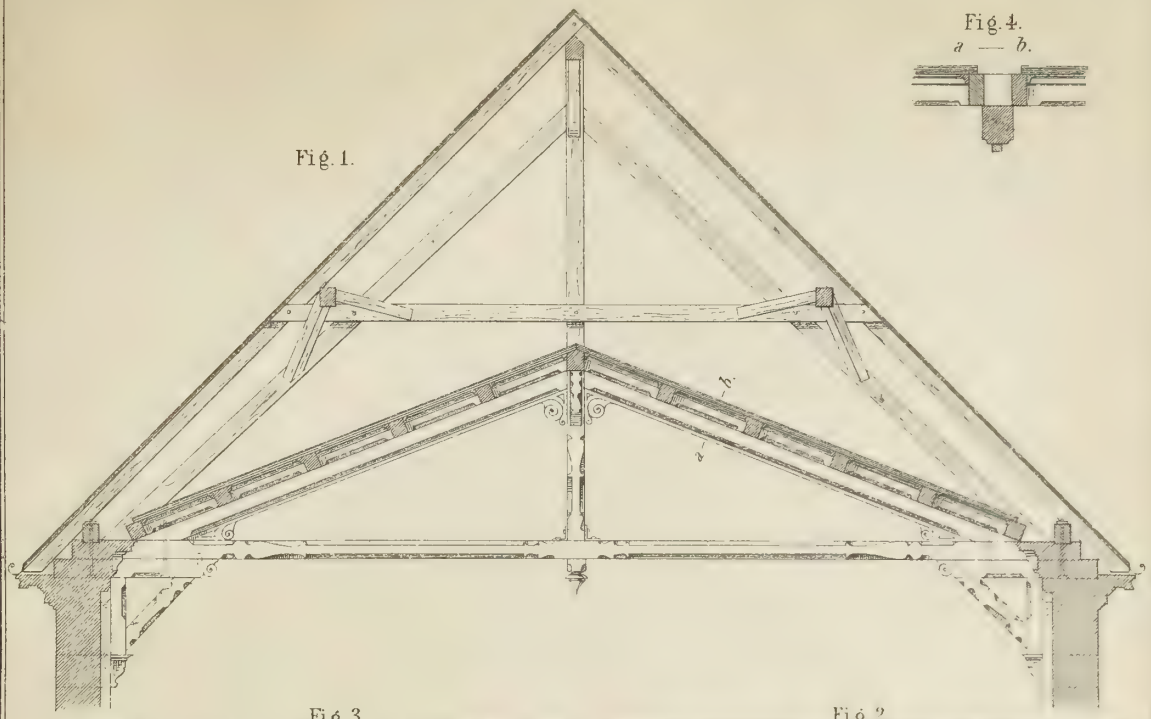


Fig. 3.

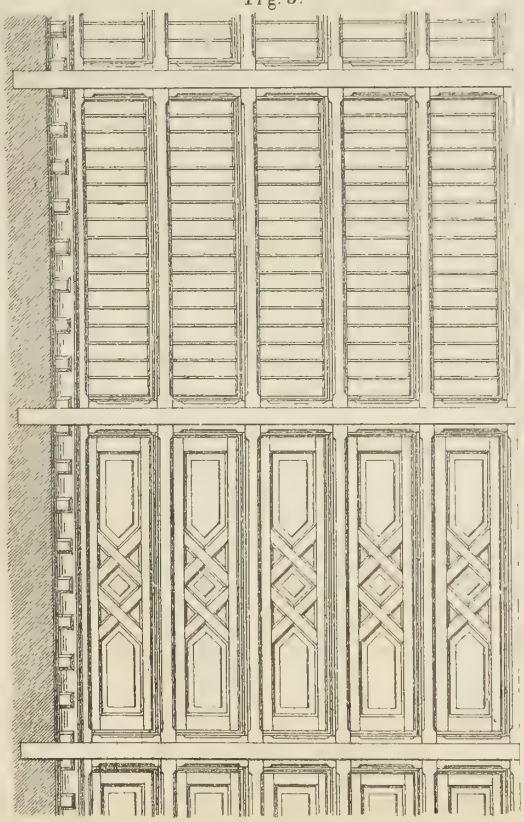
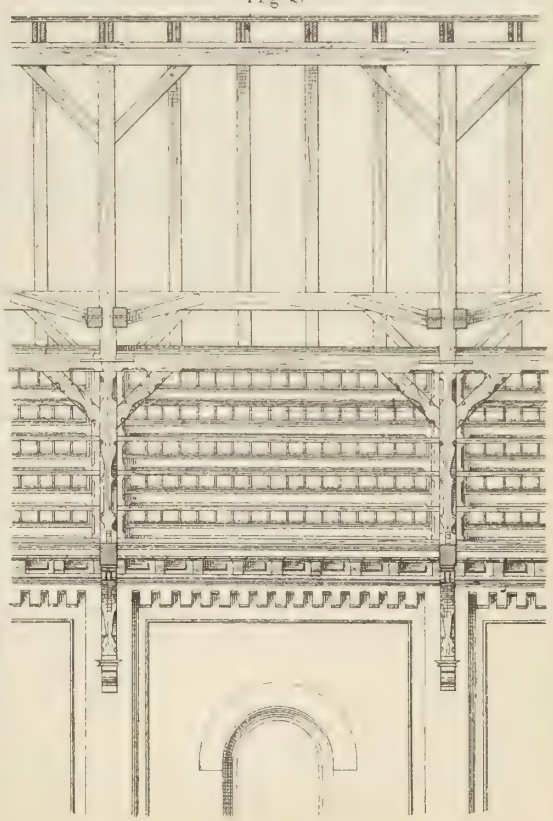


Fig. 2.



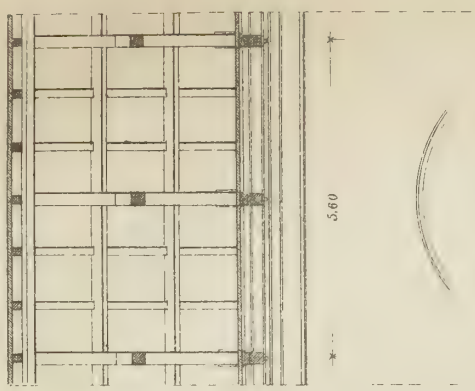


Fig. 2.

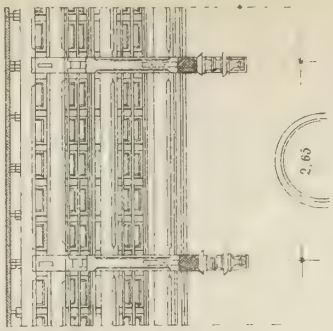


Fig. 4.

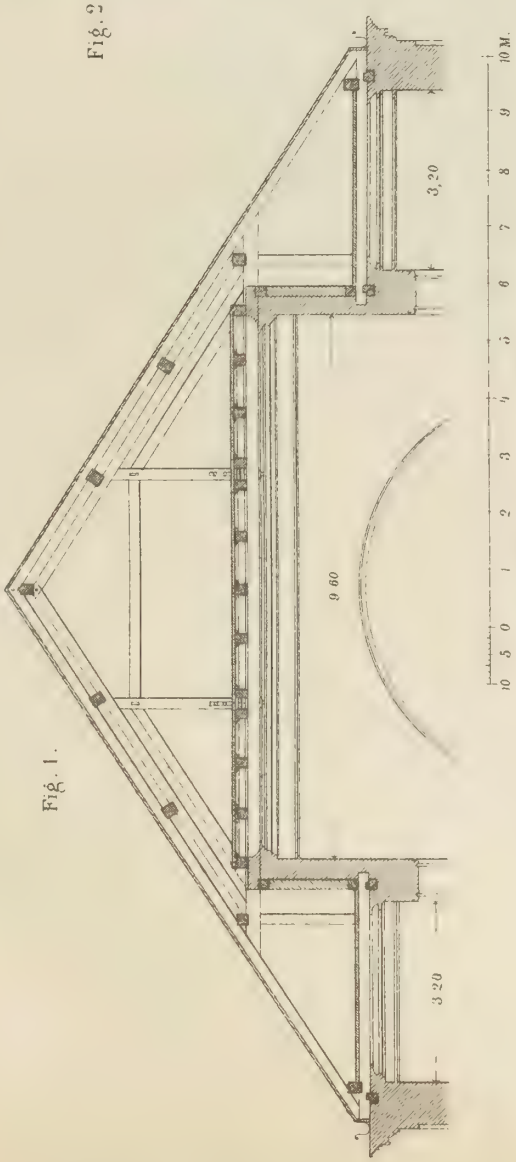


Fig. 1.

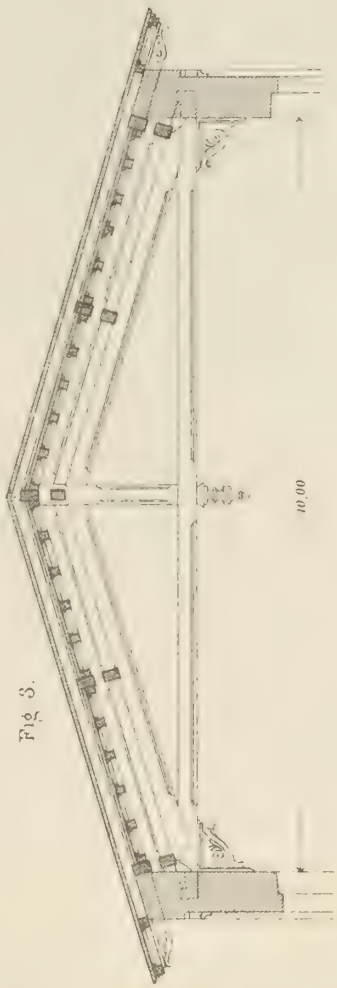


Fig. 3.

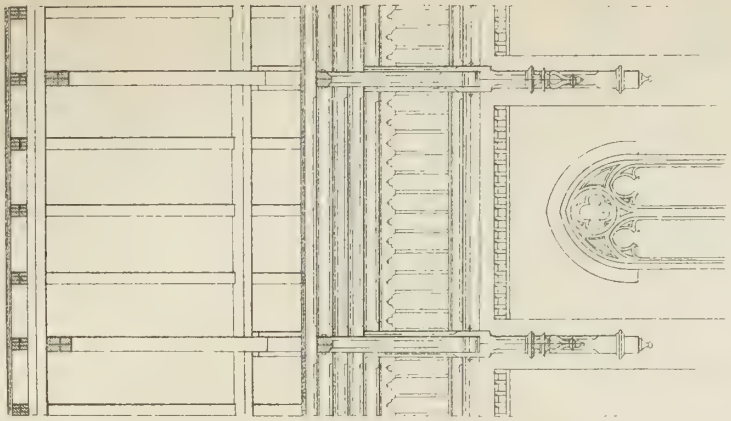


Fig. 2.

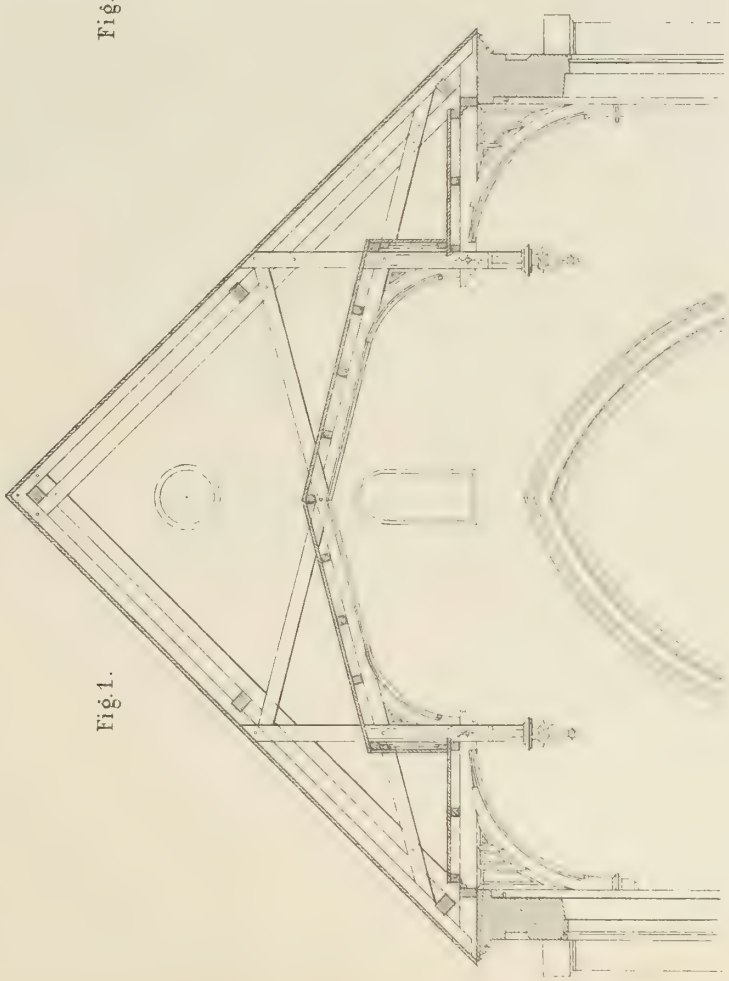


Fig. 1.

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Fig. 2.

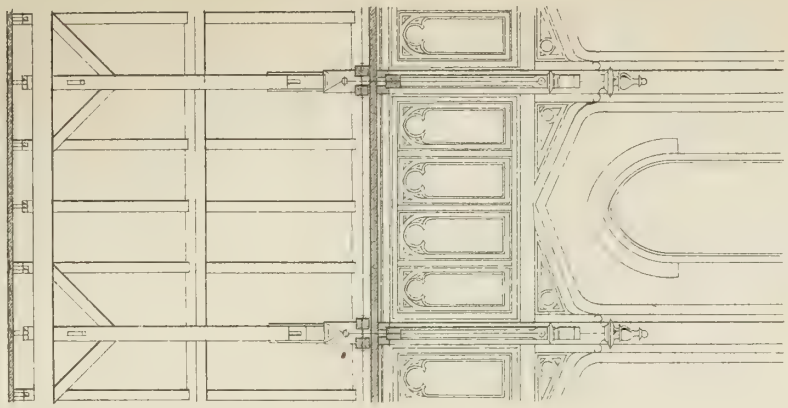
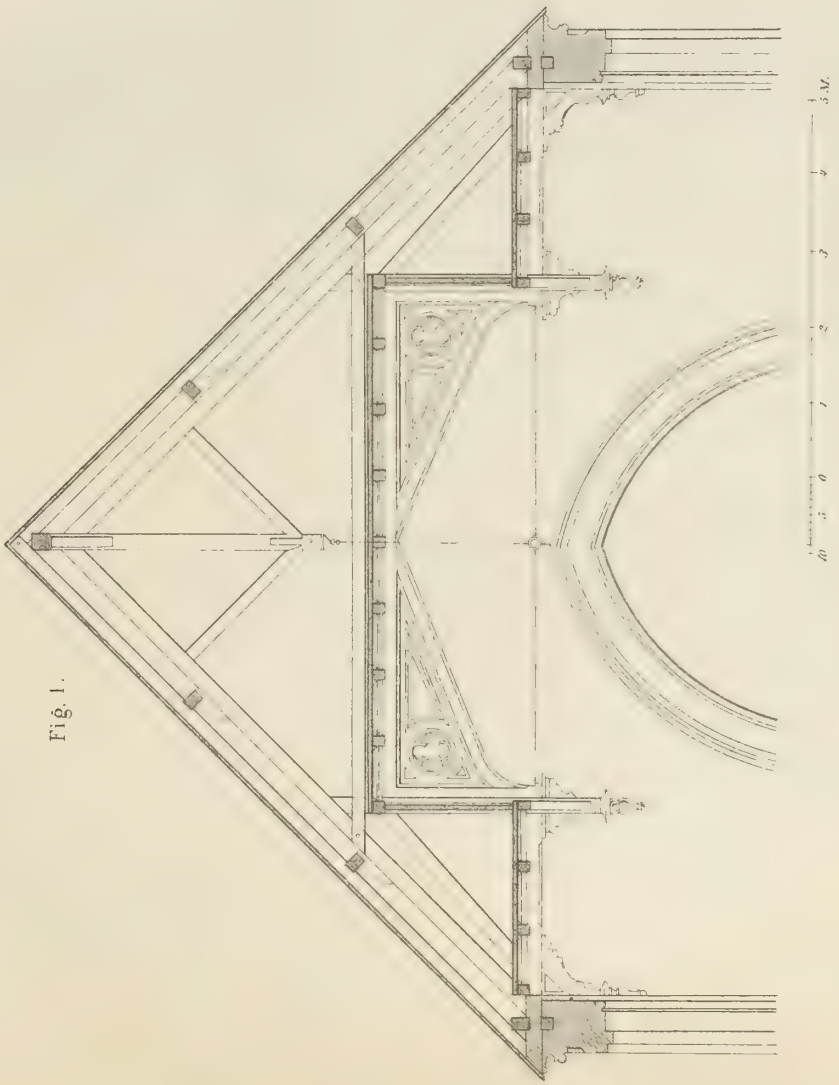
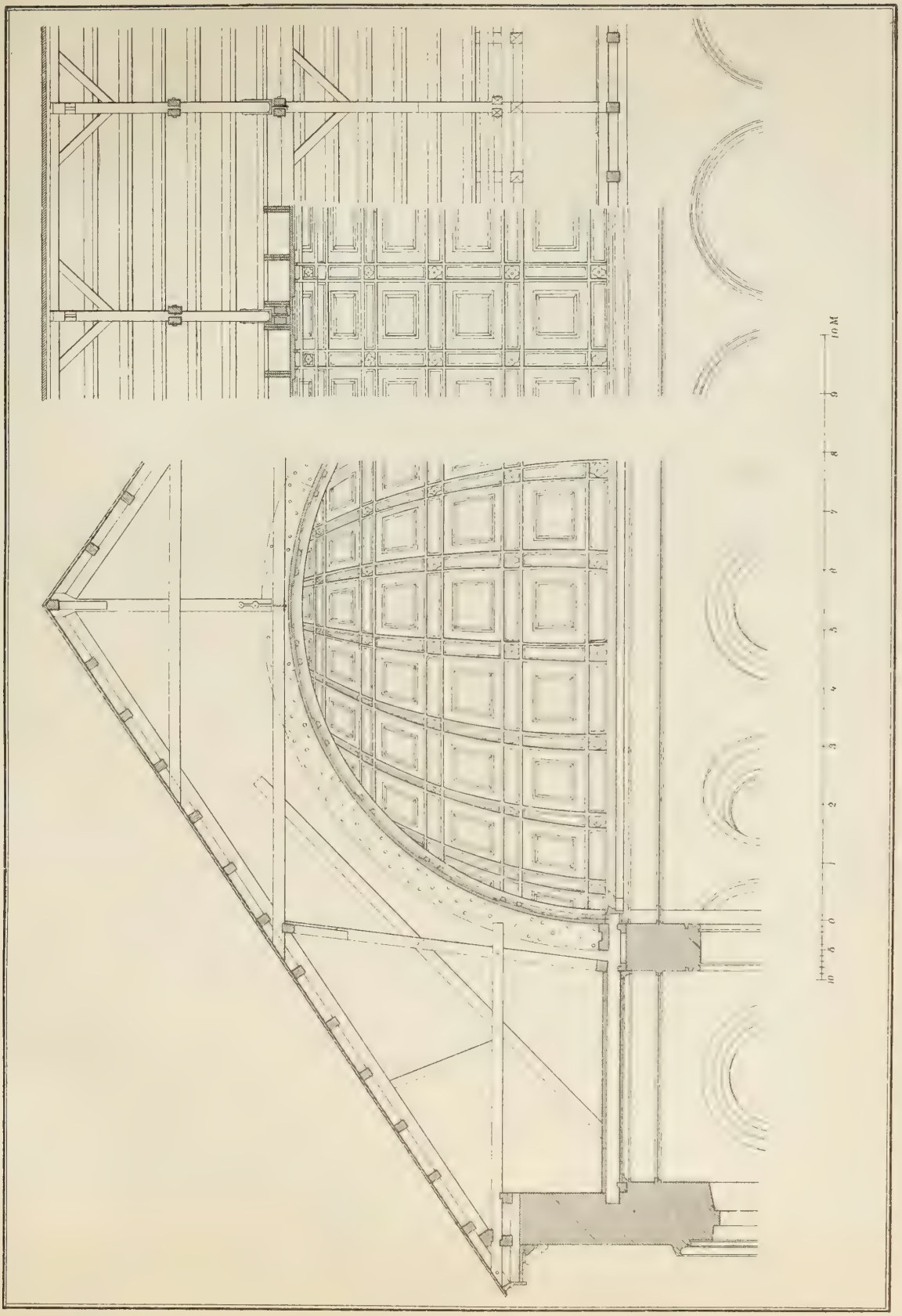
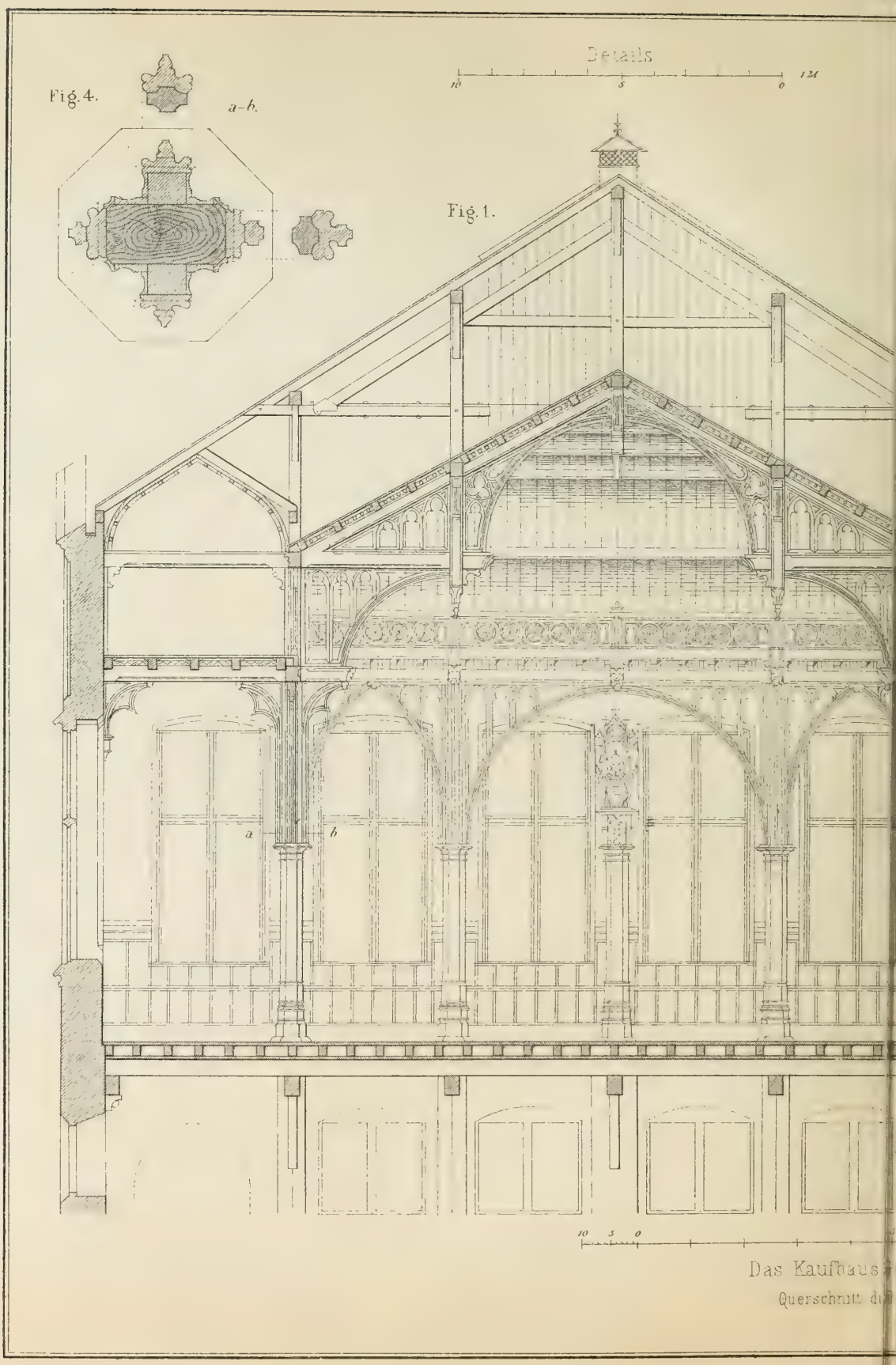


Fig. 1.







Das Kaufhaus

Querschnitt du

Breymann & Hel... (Aufl.)

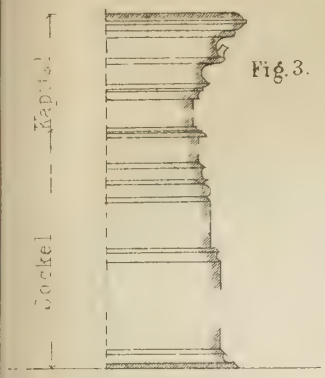
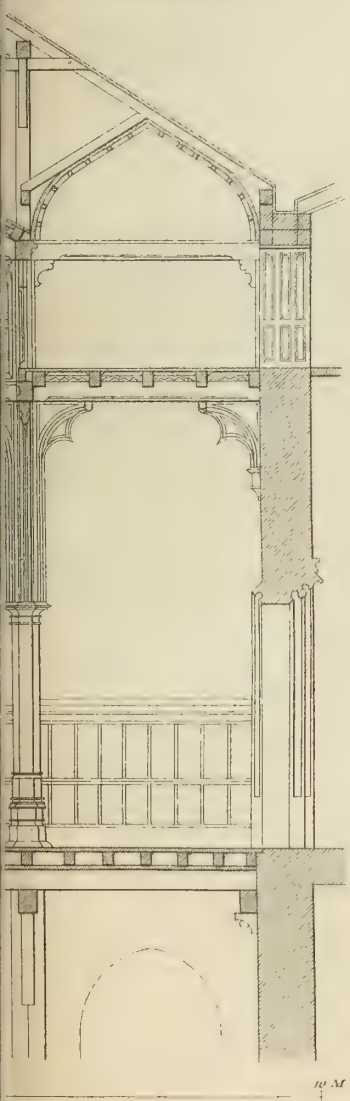
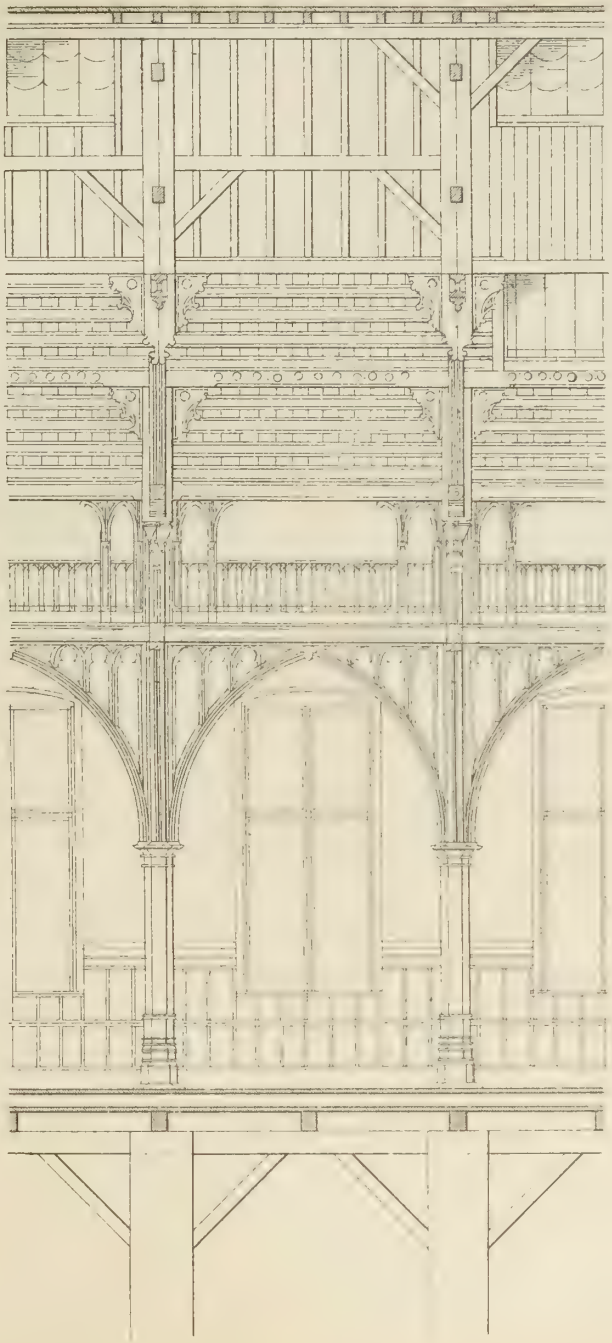


Fig. 3.

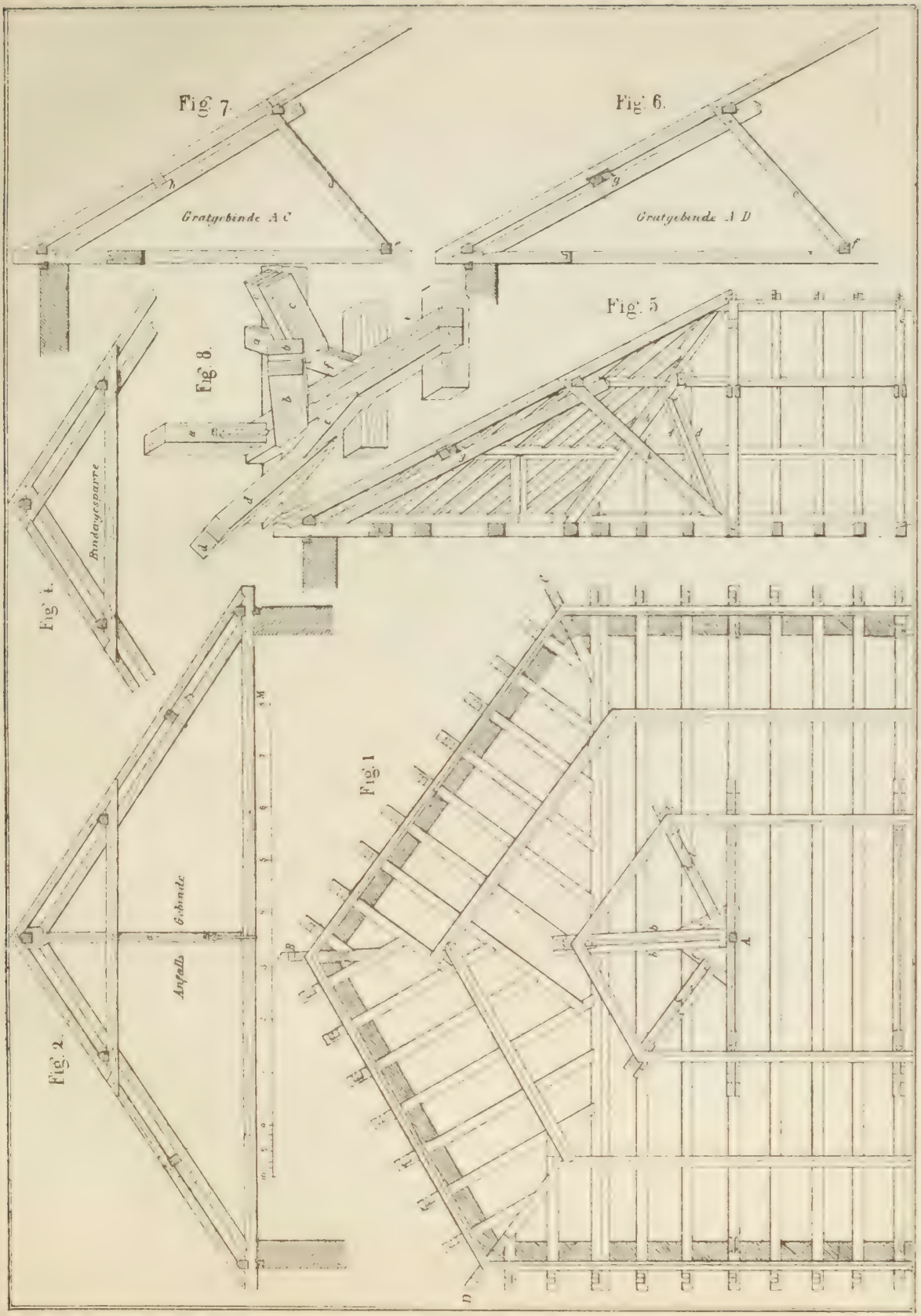


rzenich zu Köln
den grossen Saal)

Fig. 2.



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.



J M. Gebhardt's Verlag., Leipzig.

Taf. 54.

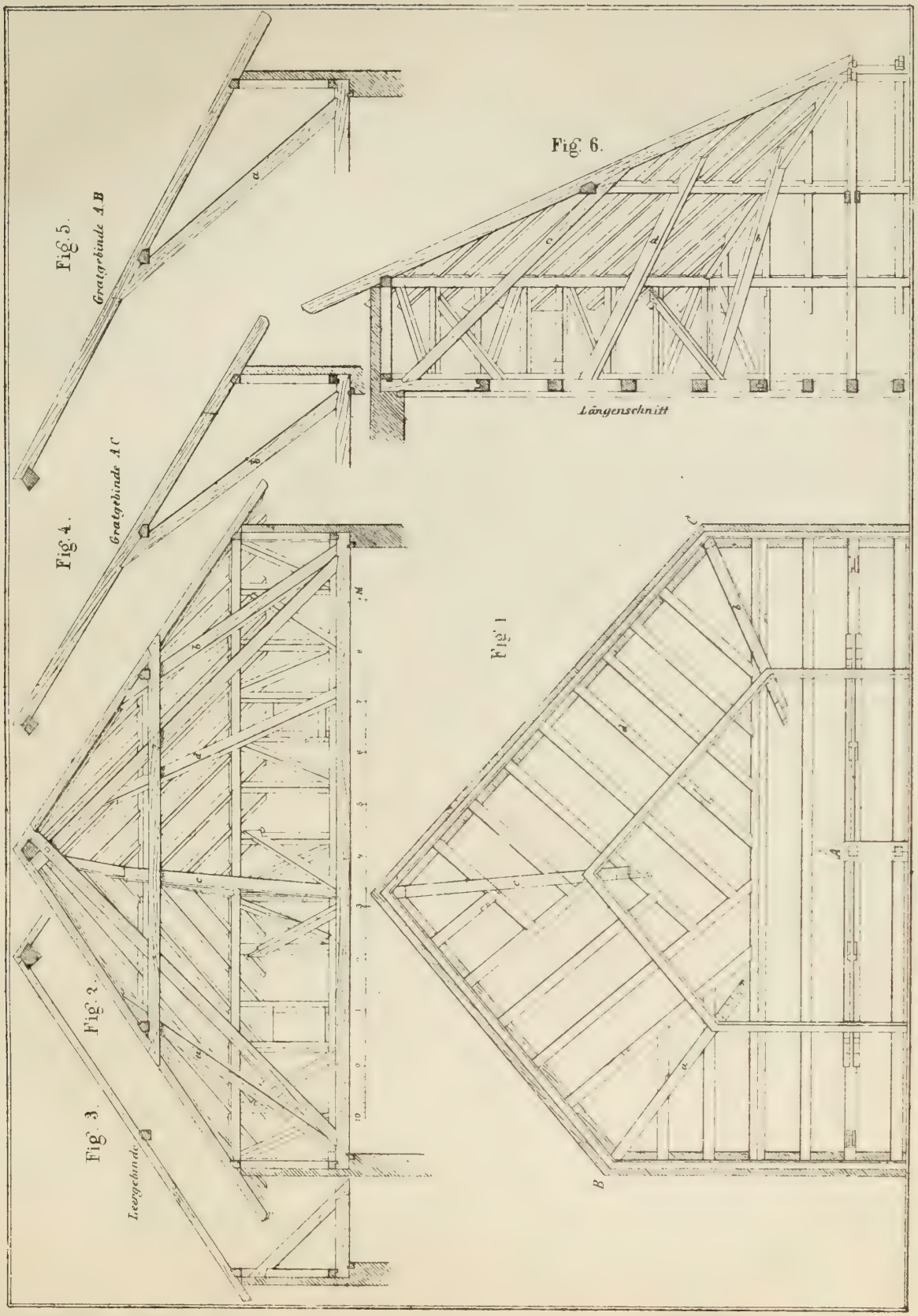
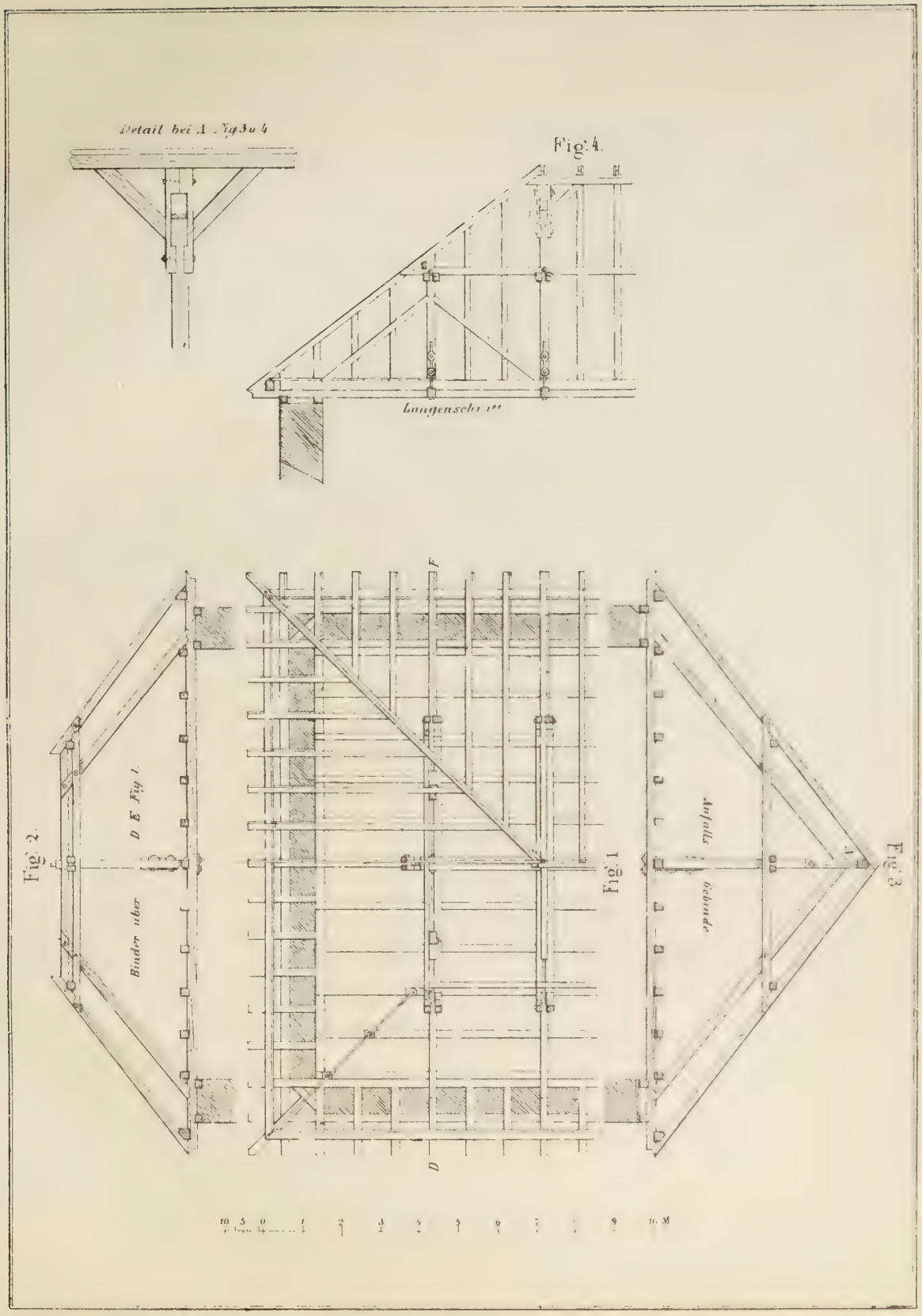
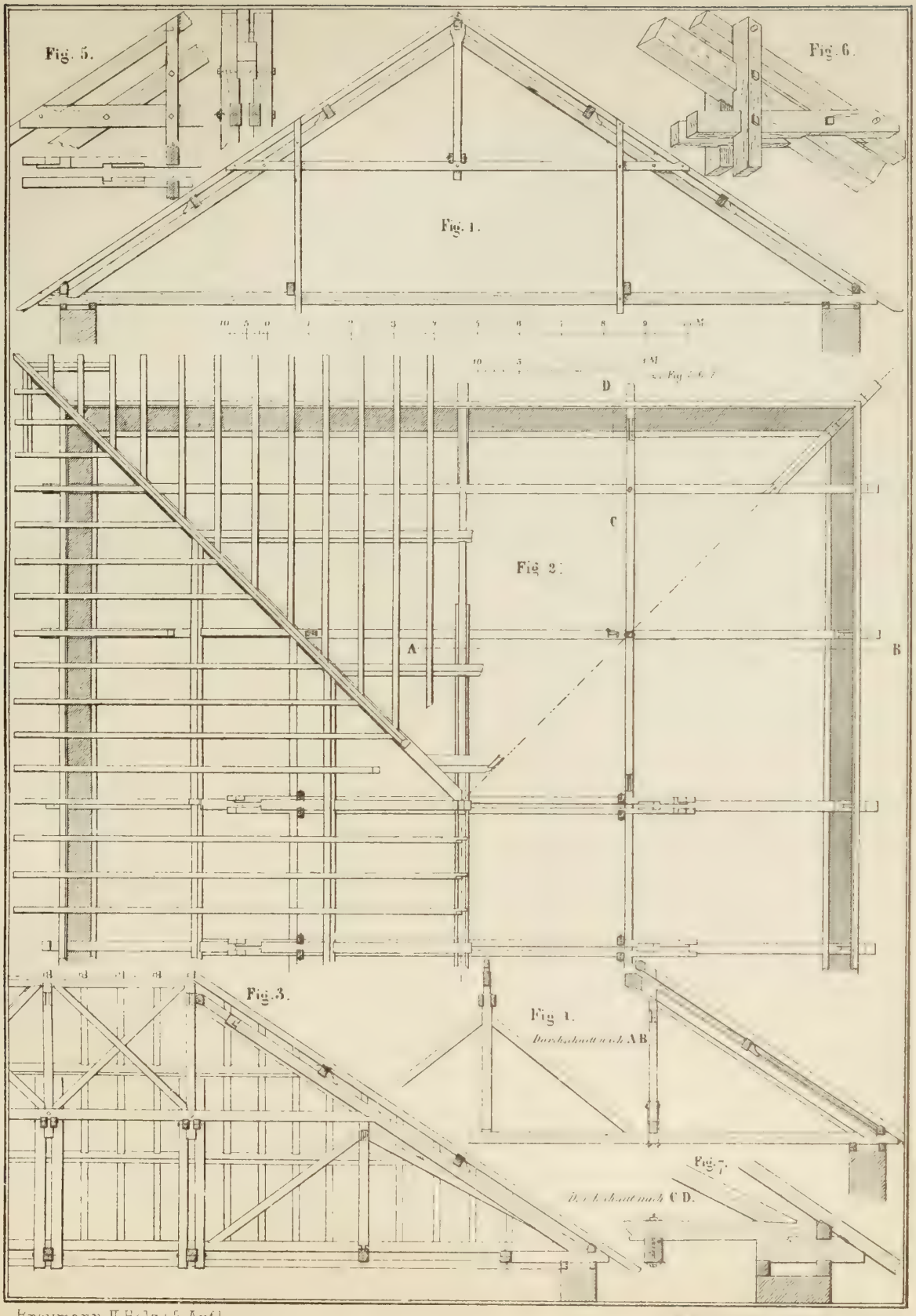


Fig. 6.
Längenschnitt
Fig. 5.
Gratgebinde A B
Fig. 4.
Gratgebinde A C
Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Leergebinde.

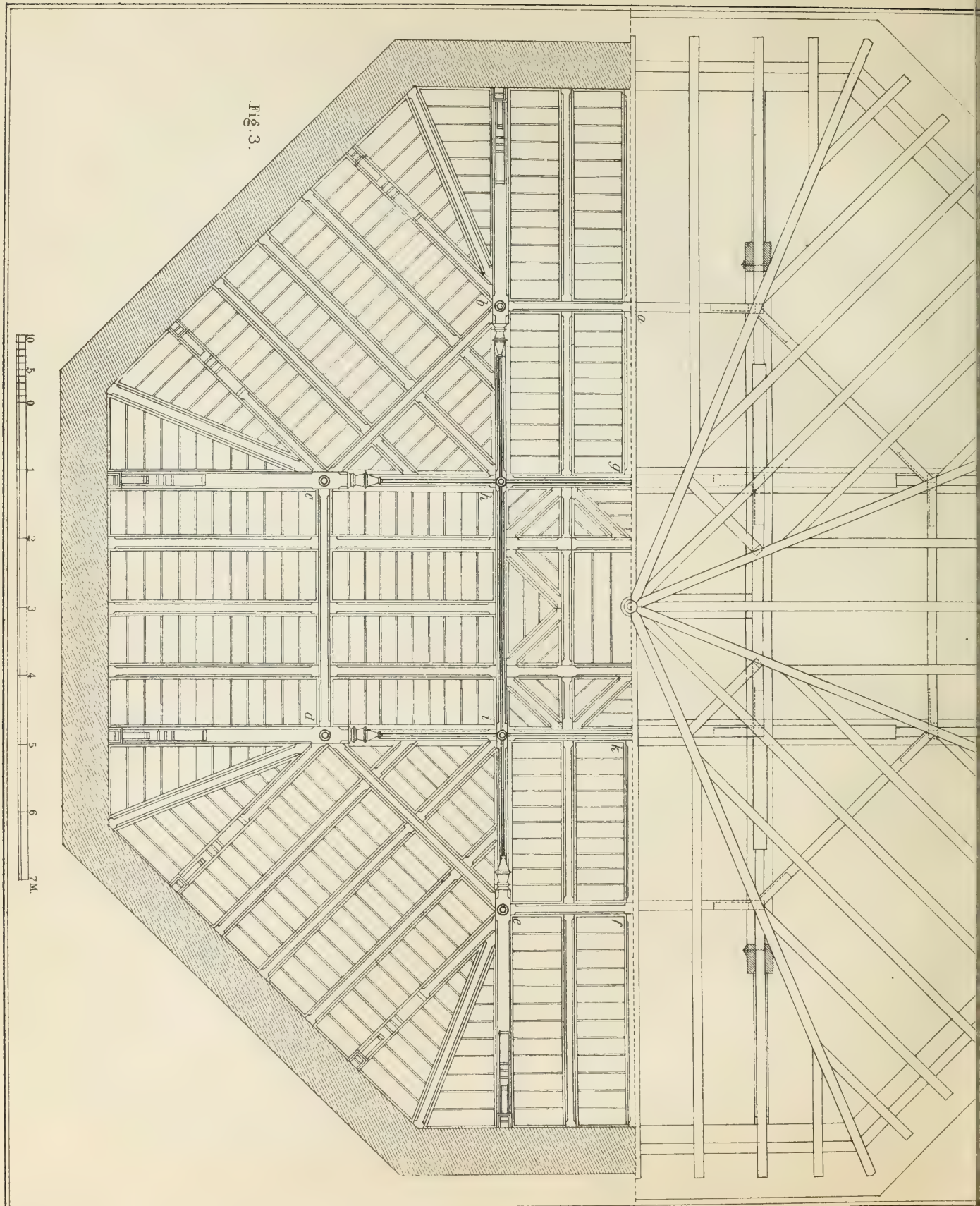

Detail bei A Fig. 3 u. 4
Fig. 4.
Langenschnitt
Fig. 2.
D E Fig. 1.
Binder über
Fig. 1
Anfalls gebinde
Fig. 3
F
D
10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M

Taf. 56.



Breymann II Holz 5 Aufl.

Fig. 3.



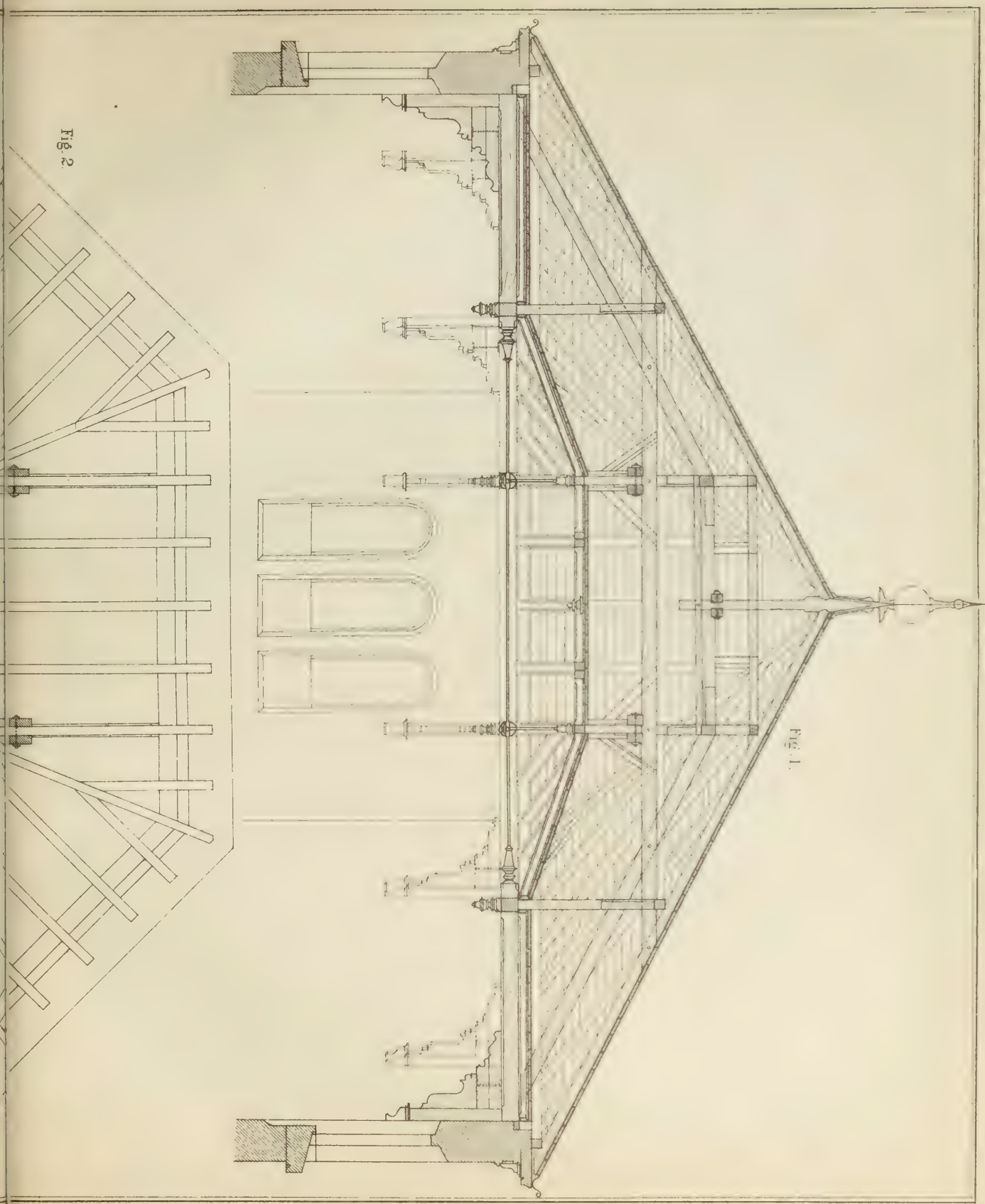
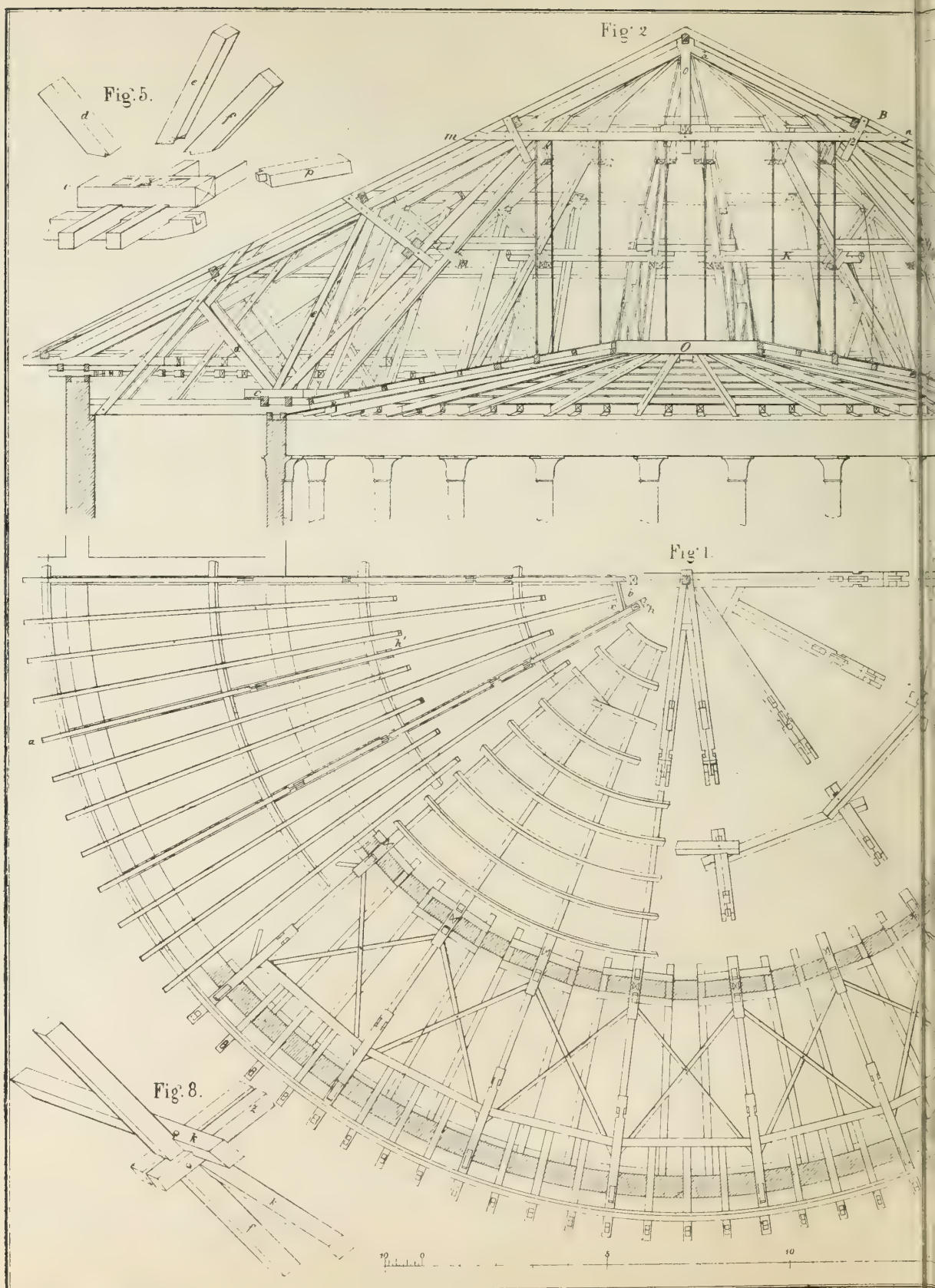
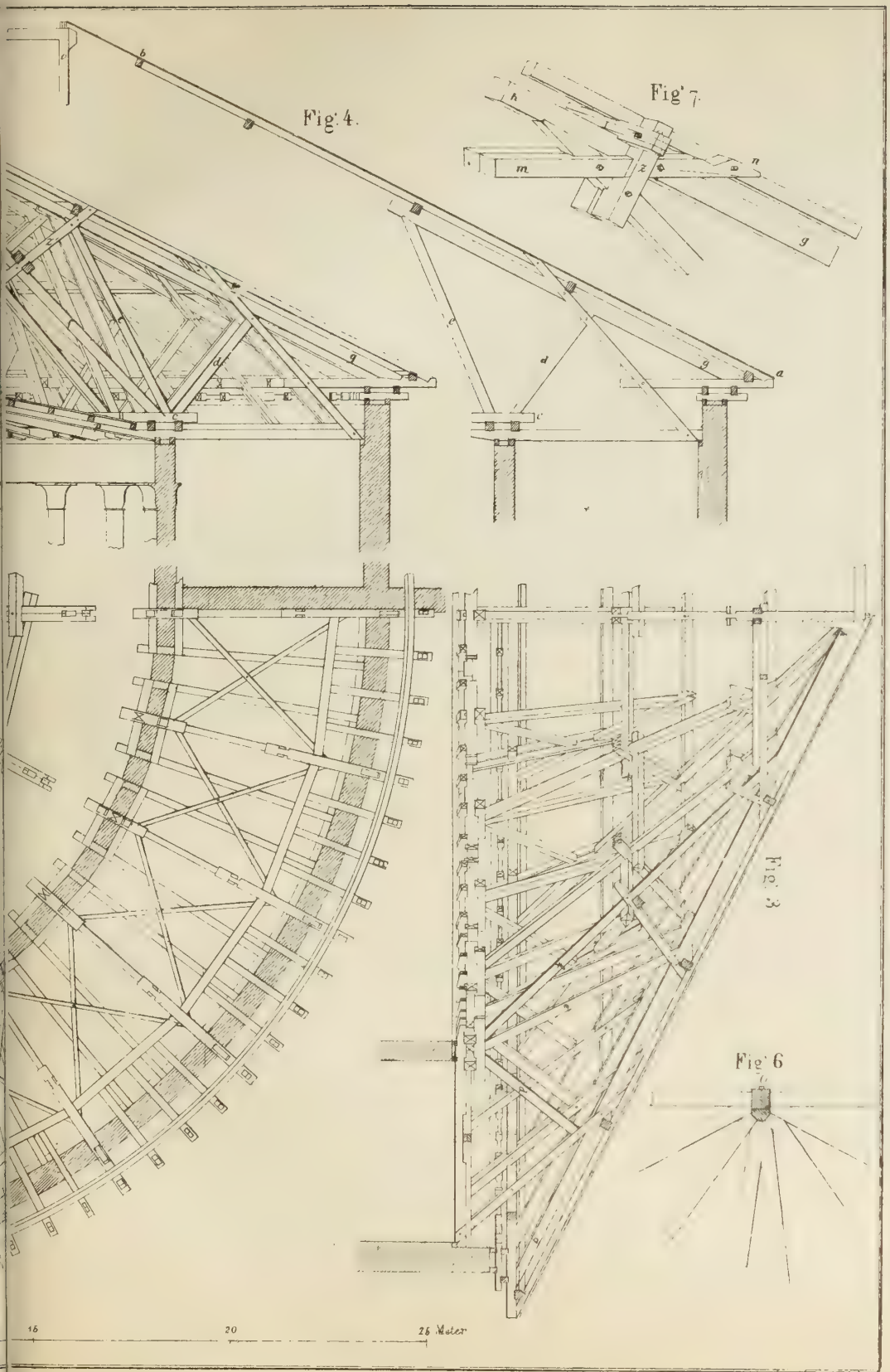


Fig. 2.

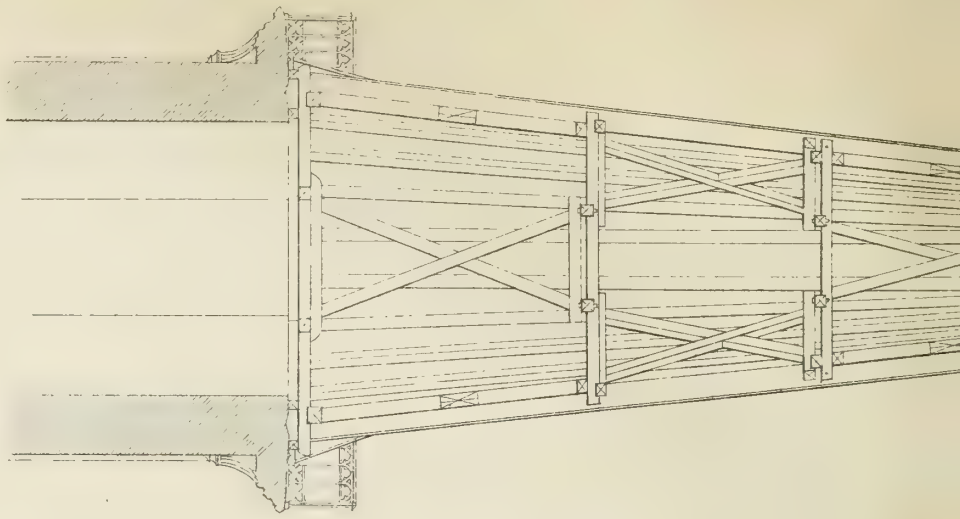
Fig. 1.



Breymann i. Holz (5. Aufl.)



lith. Anst. v. J. G. Fritzsche, Leipzig.



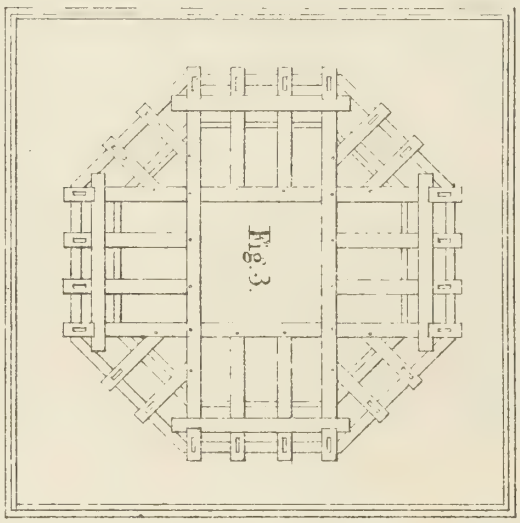


Fig. 3.

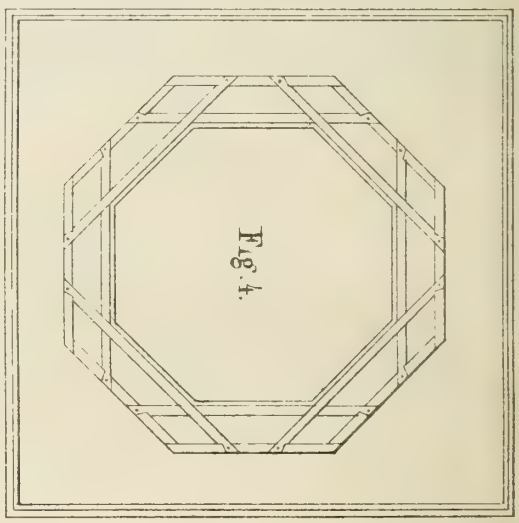
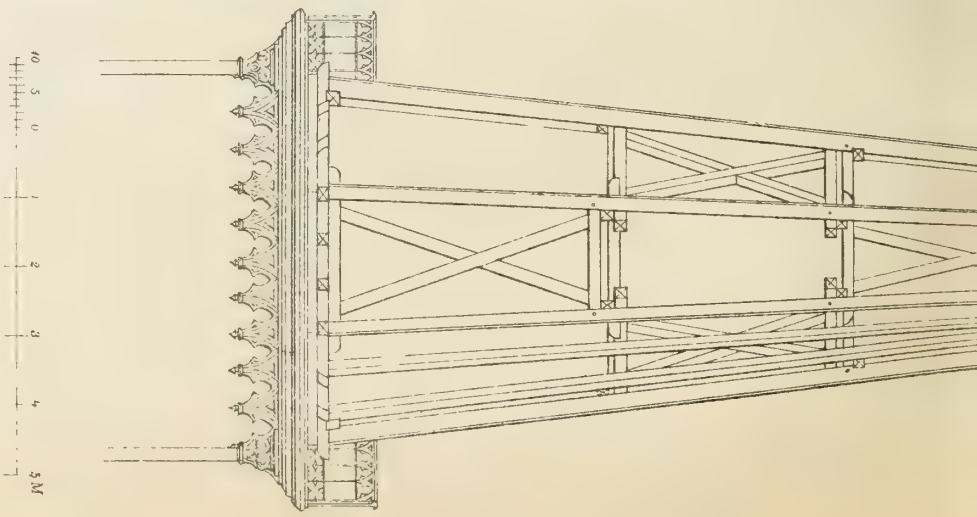


Fig. 4.



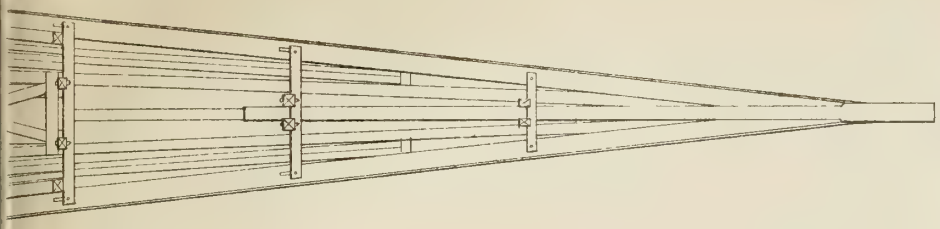


Fig. 1.

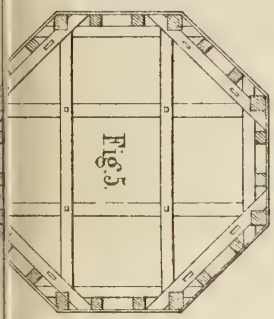


Fig. 5.

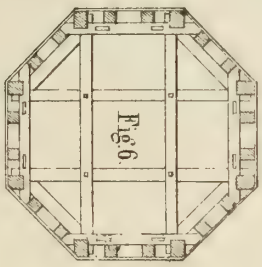


Fig. 6.

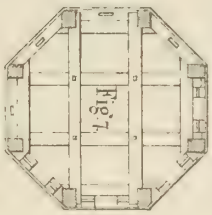


Fig. 7.

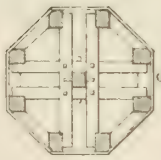


Fig. 8.

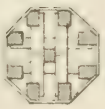


Fig. 9.

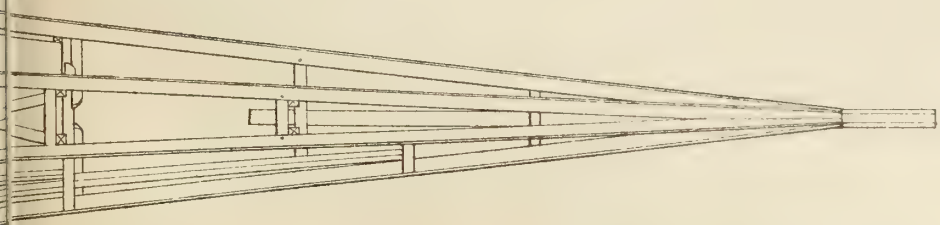


Fig. 2.

J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig

Taf. 60.

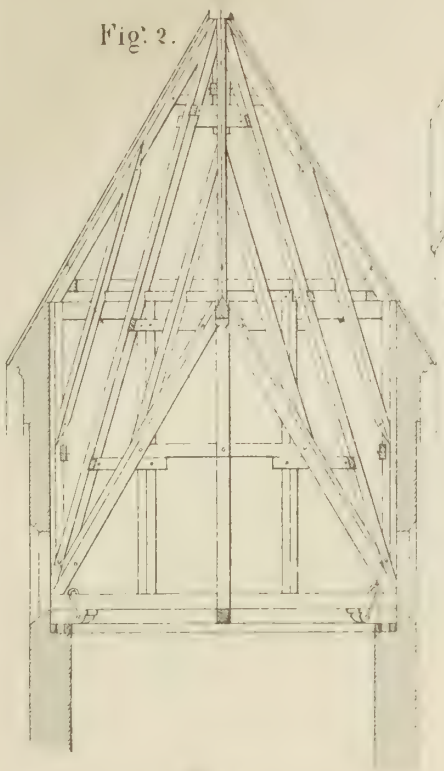


Fig. 2.

Fig. 11

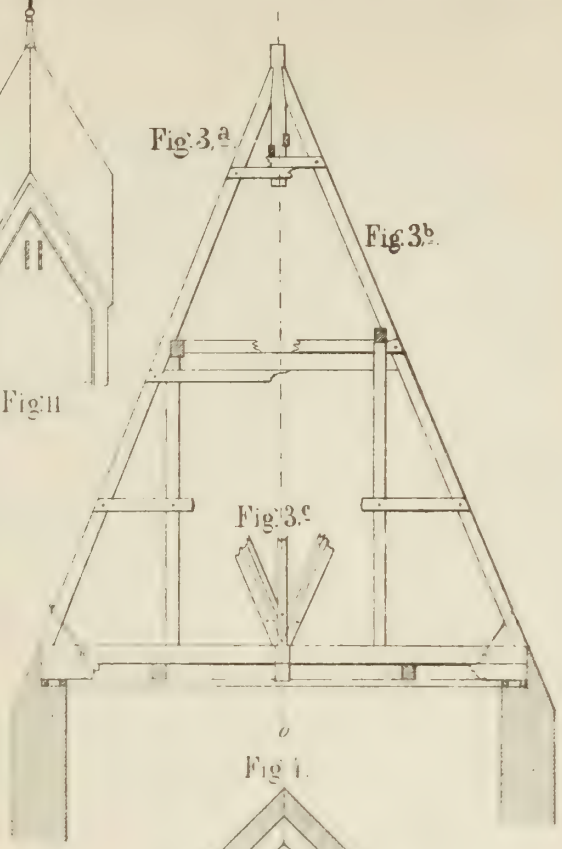


Fig. 3.a

Fig. 3.b

Fig. 3.c

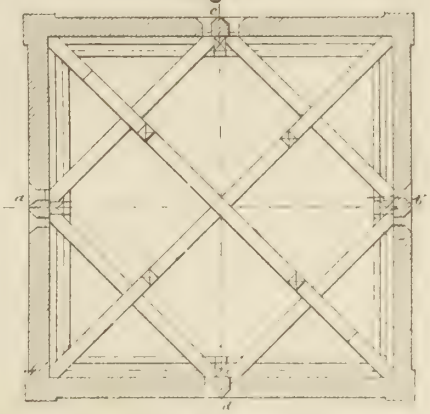


Fig. 1.

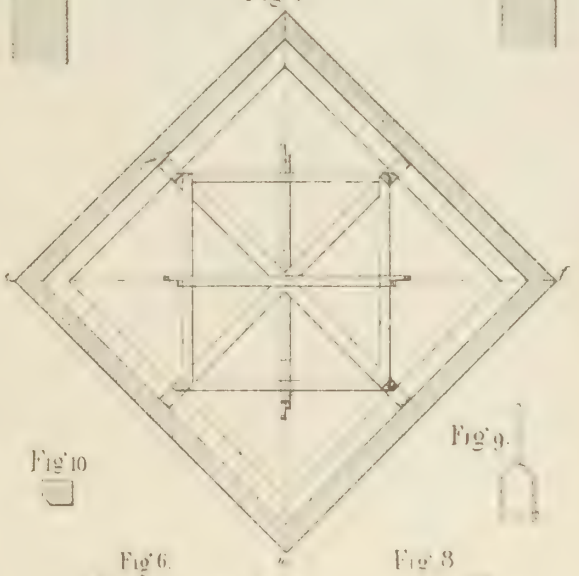


Fig. 4.

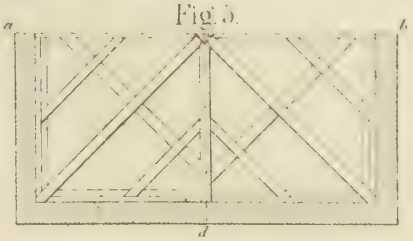


Fig. 5.

Fig. 10

Fig. 9.

Fig. 6.

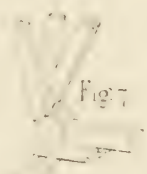


Fig. 7

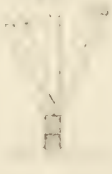
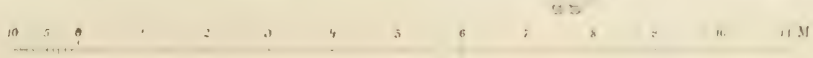


Fig. 8



Thurmhelm der St Nicolai-Kirche in Flensburg

Fig 8

6te Balkenlage

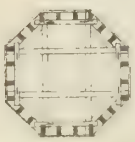


Fig 9

5te Balkenlage

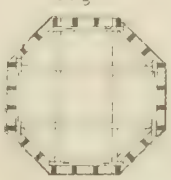


Fig 7

3te Balkenlage

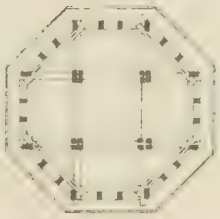


Fig 6

4te Balkenlage

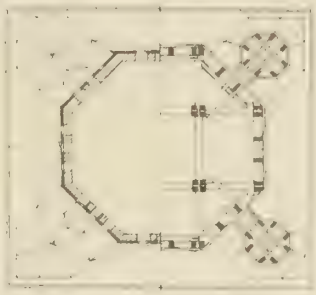


Fig 5

Grundr d Gallerie — 3te Balkenlage

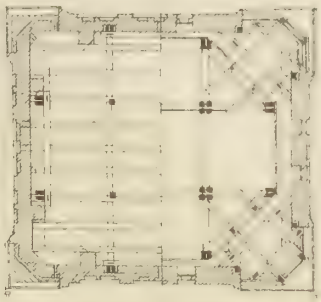


Fig 4

Schnitt a b — Schnitt c d

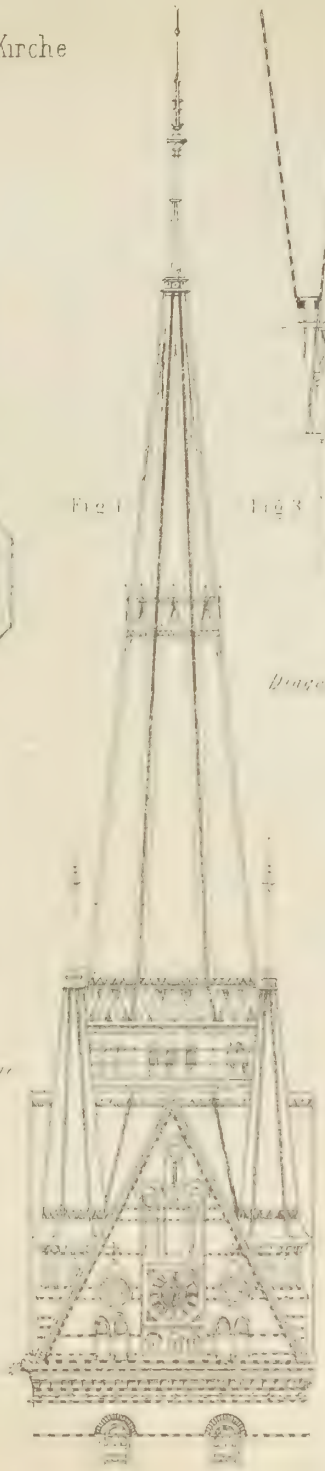
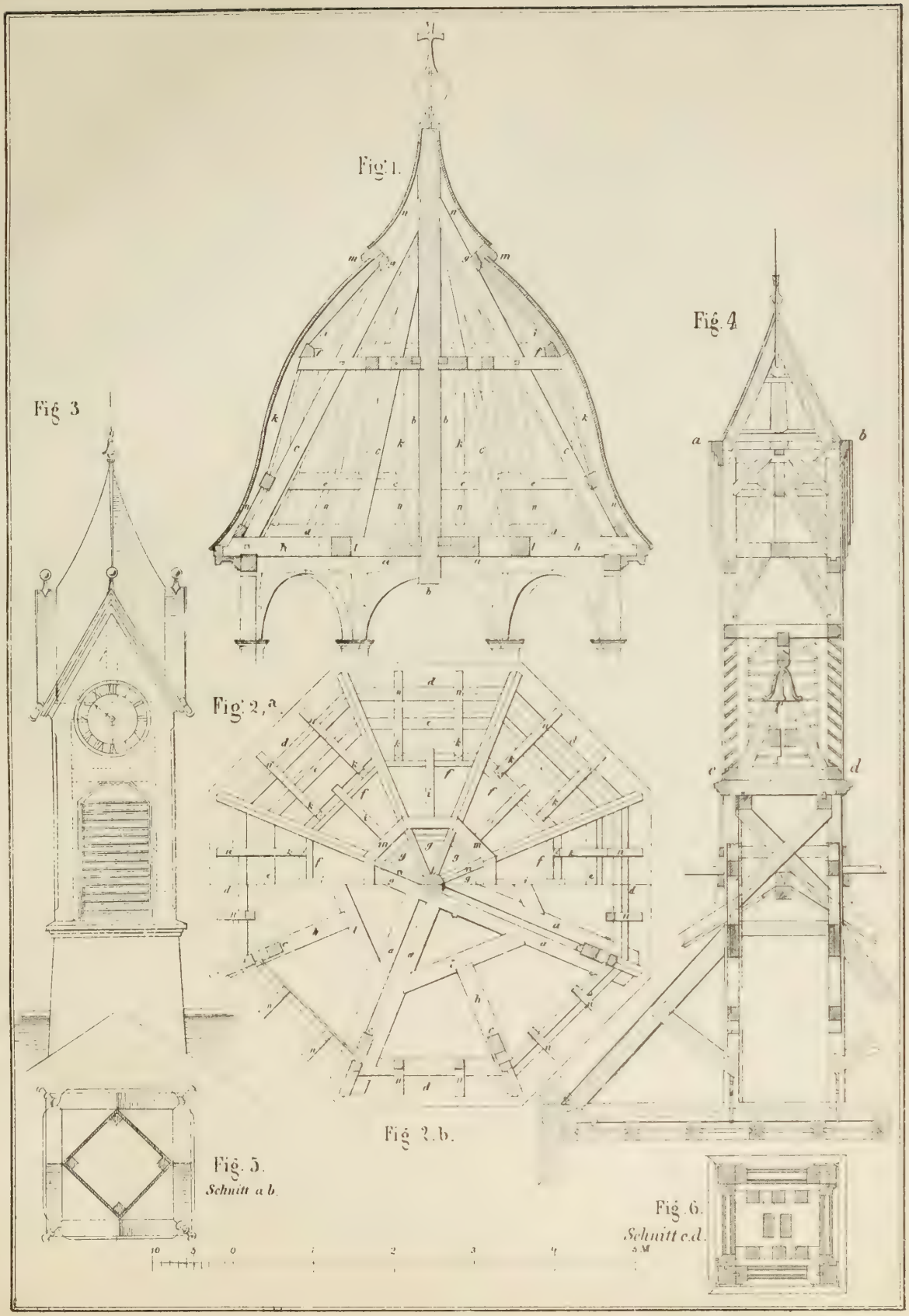


Fig 1

Fig 3

Diagonalschnitt

Fig 2



Freymann Holzst. Aufl.
M. Gerhardt Verlag Leipzig

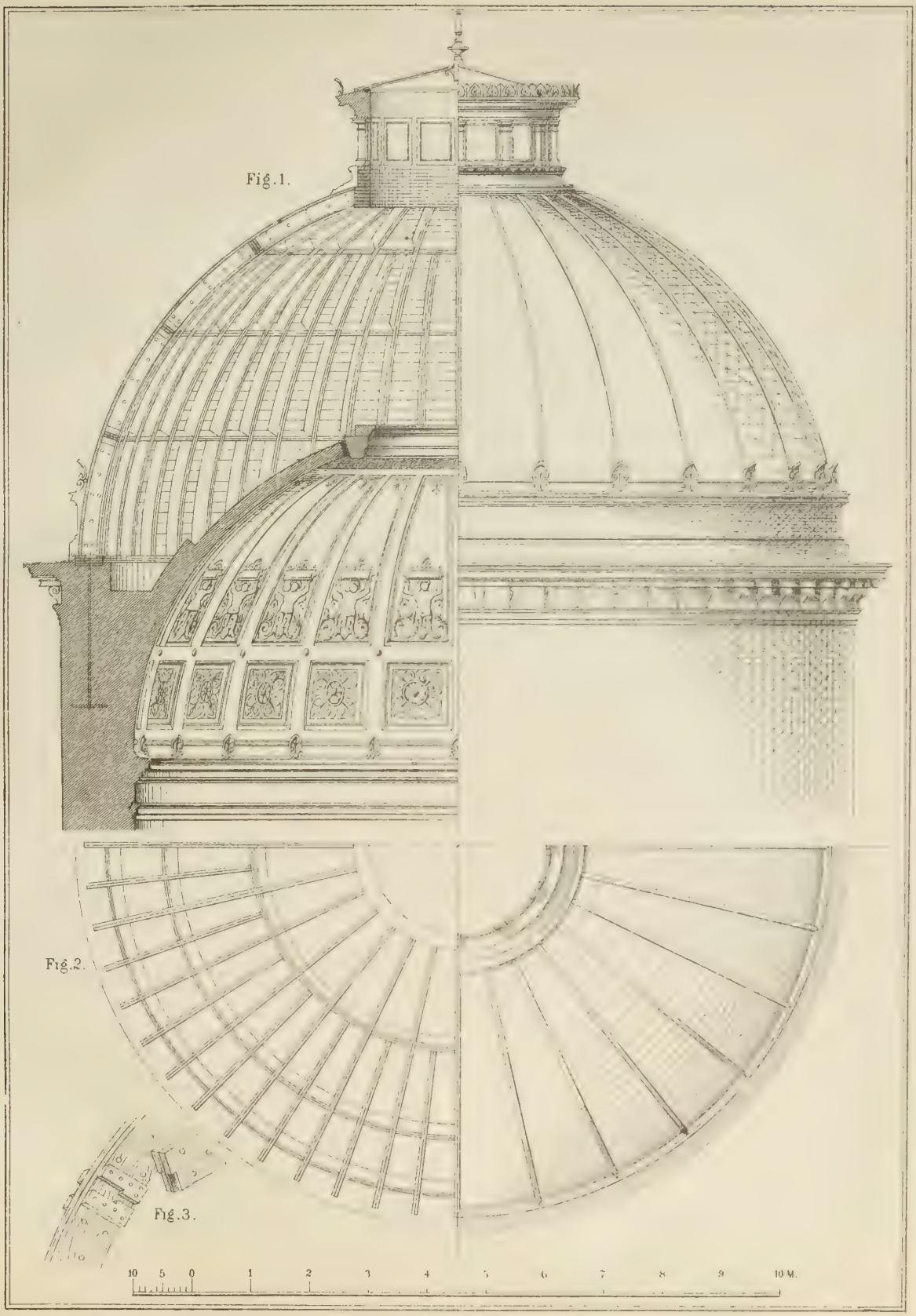
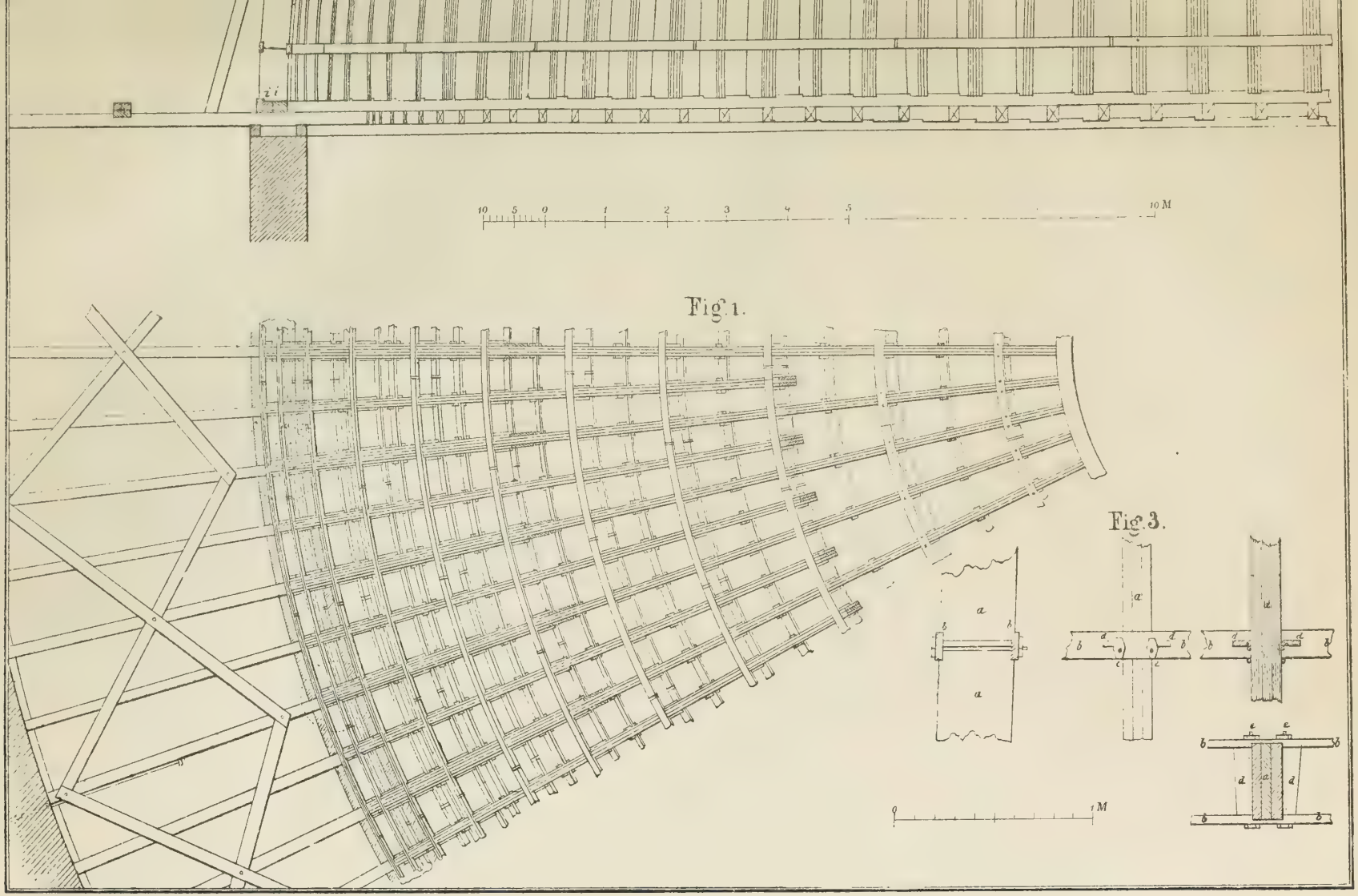


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
10 5 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M.



Breymann. II Holz (5 Aufl.)

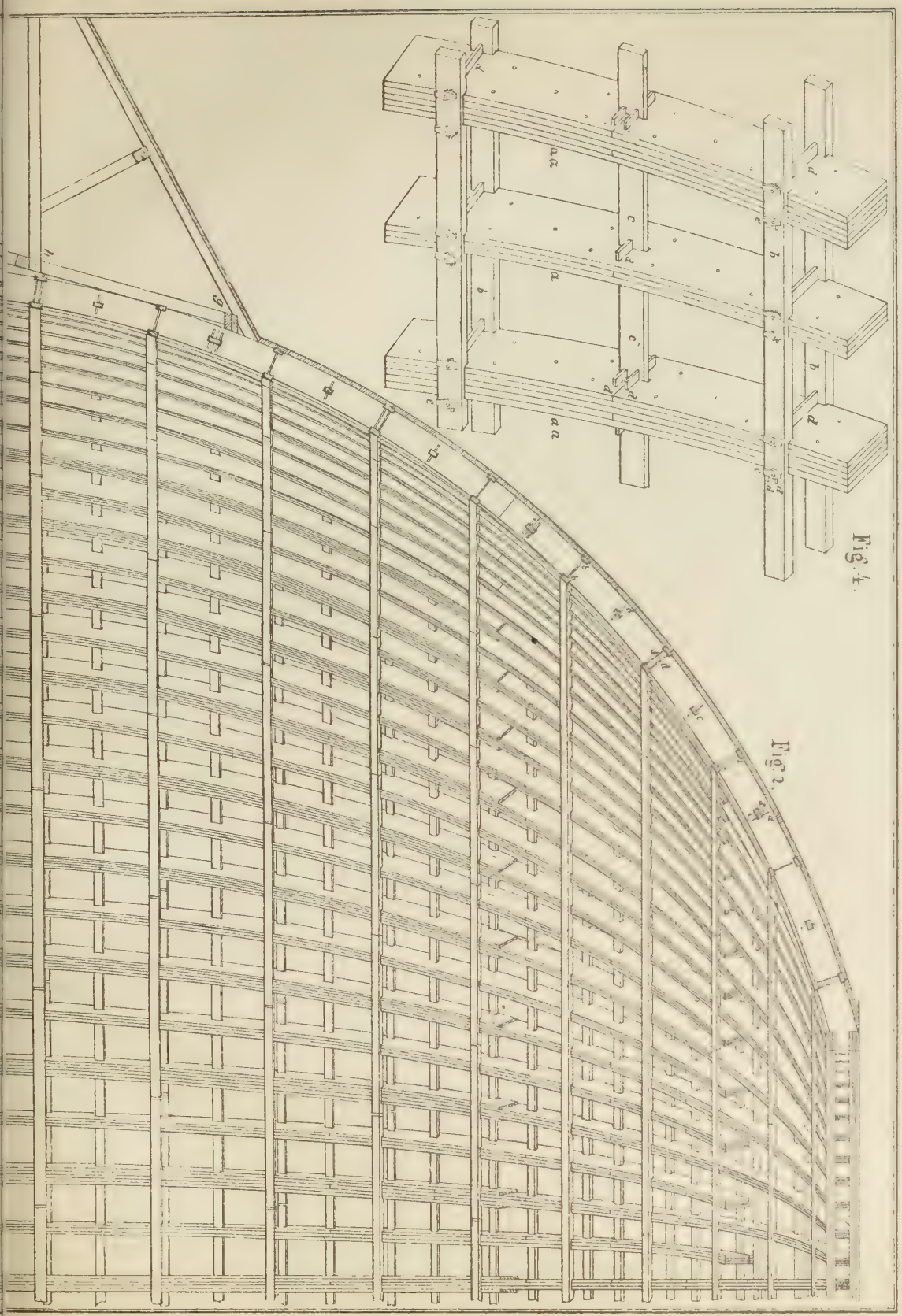
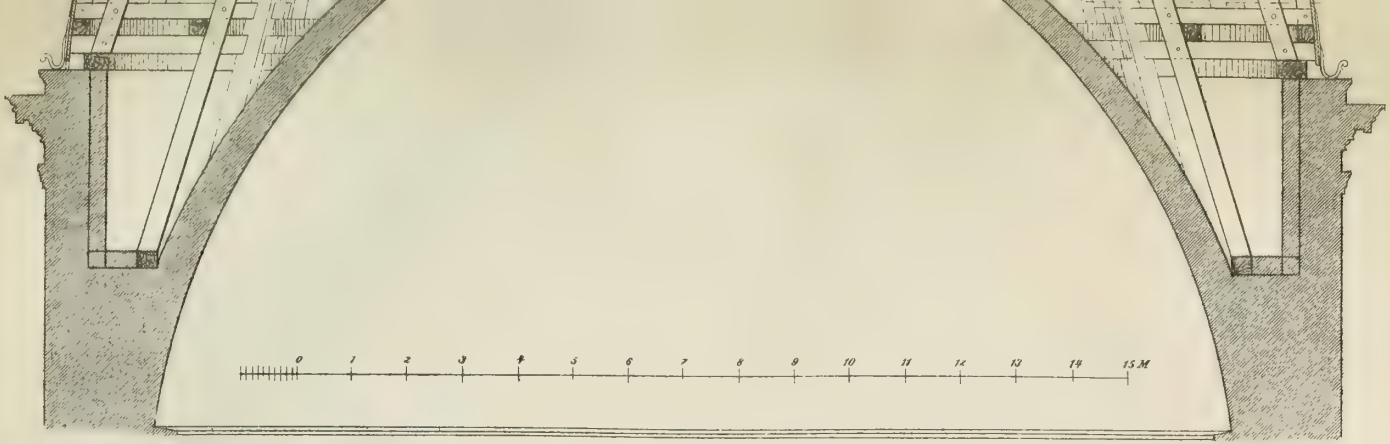
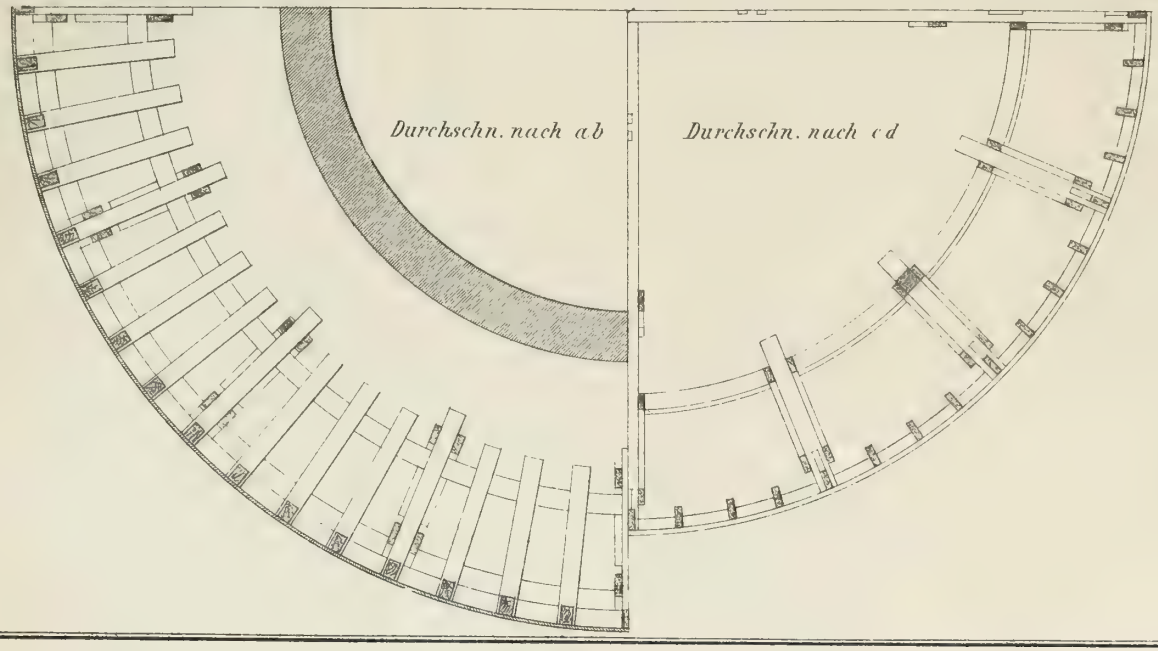


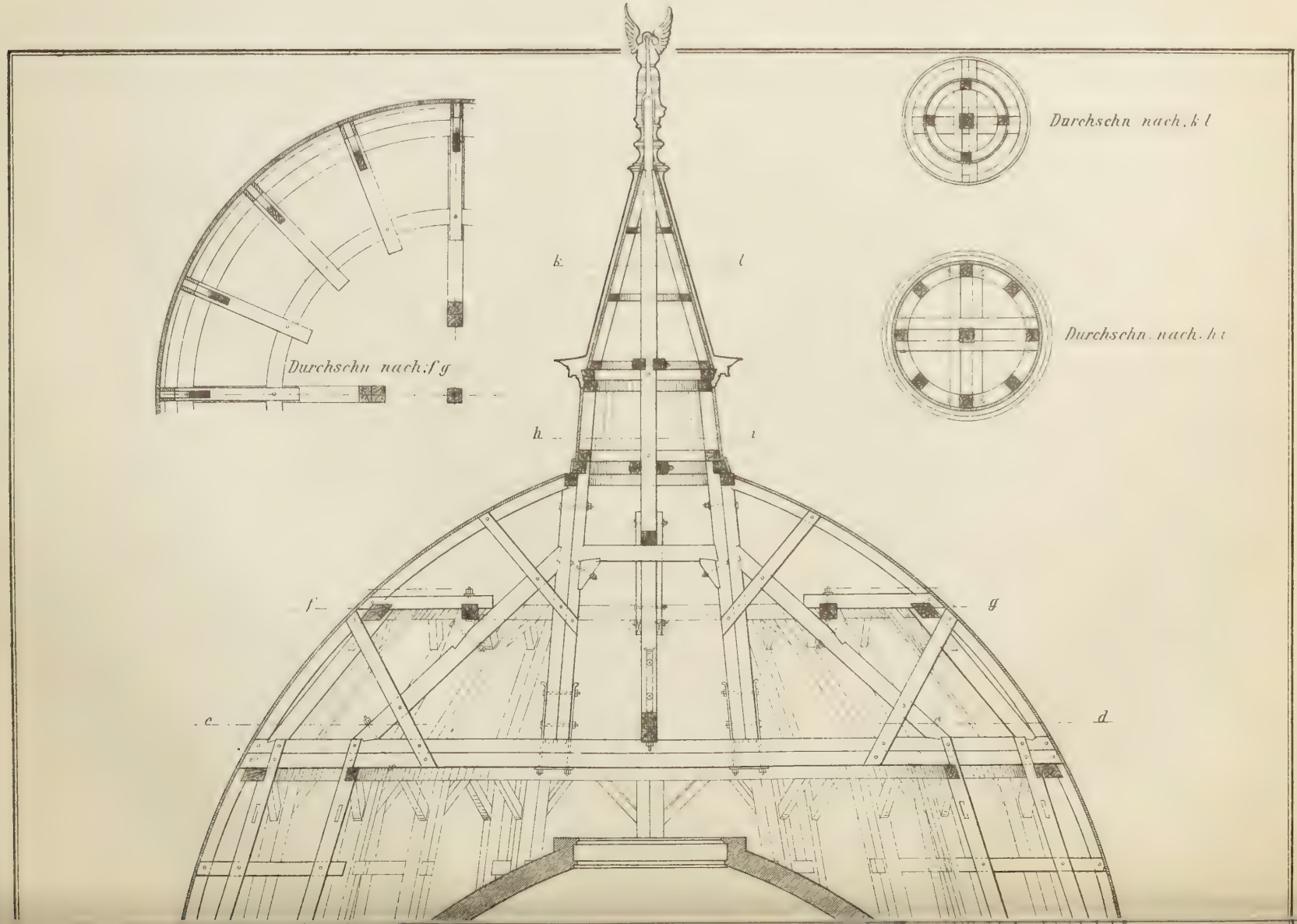
Fig. 4.

Fig. 2.

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 M


Durchschn. nach ab
Durchschn. nach cd



J M Gebhardt's Verlag Leipzig

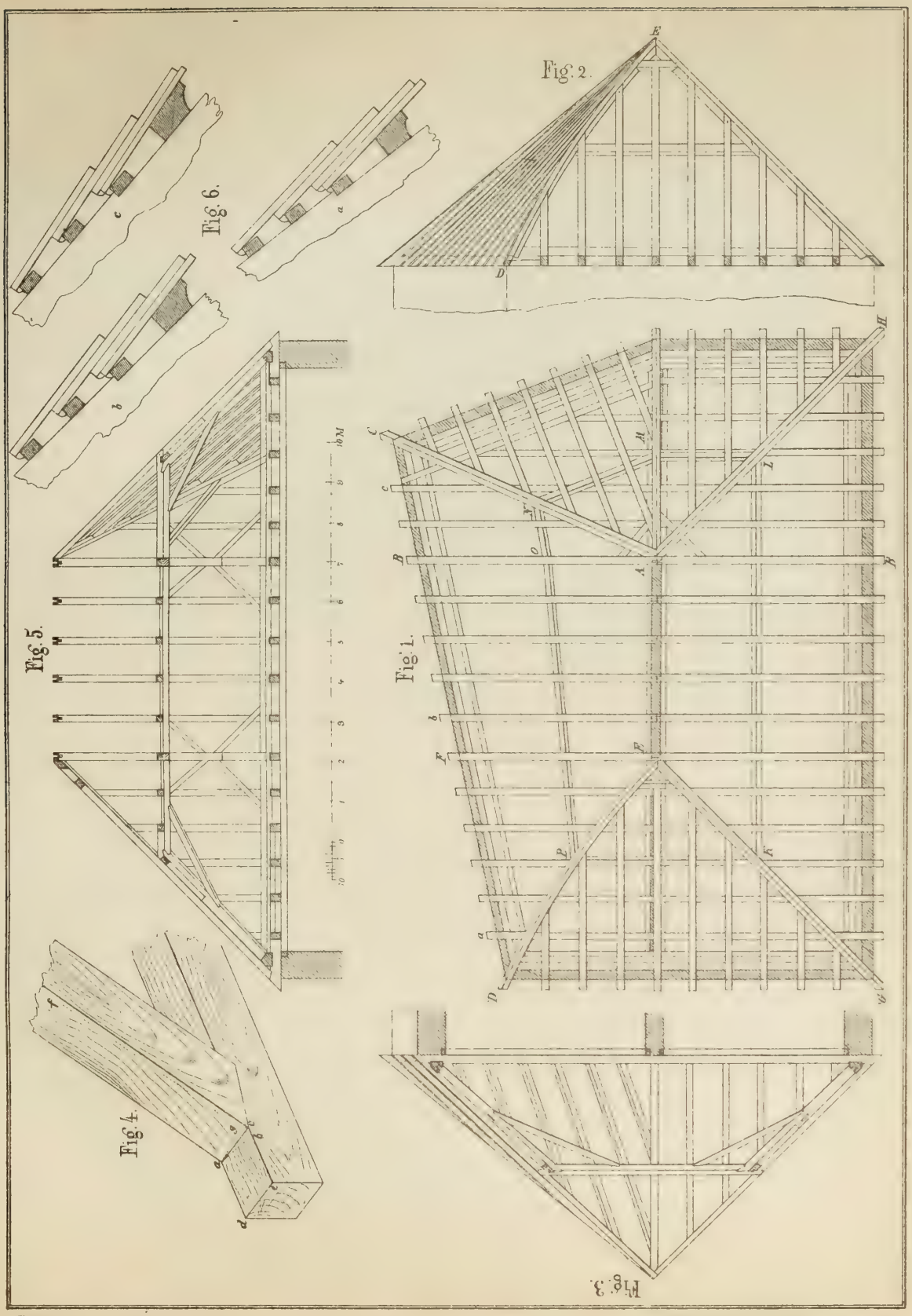


Fig. 2.
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 3.

Fig. 2.

Schnitt c-d.

Fig. 1.

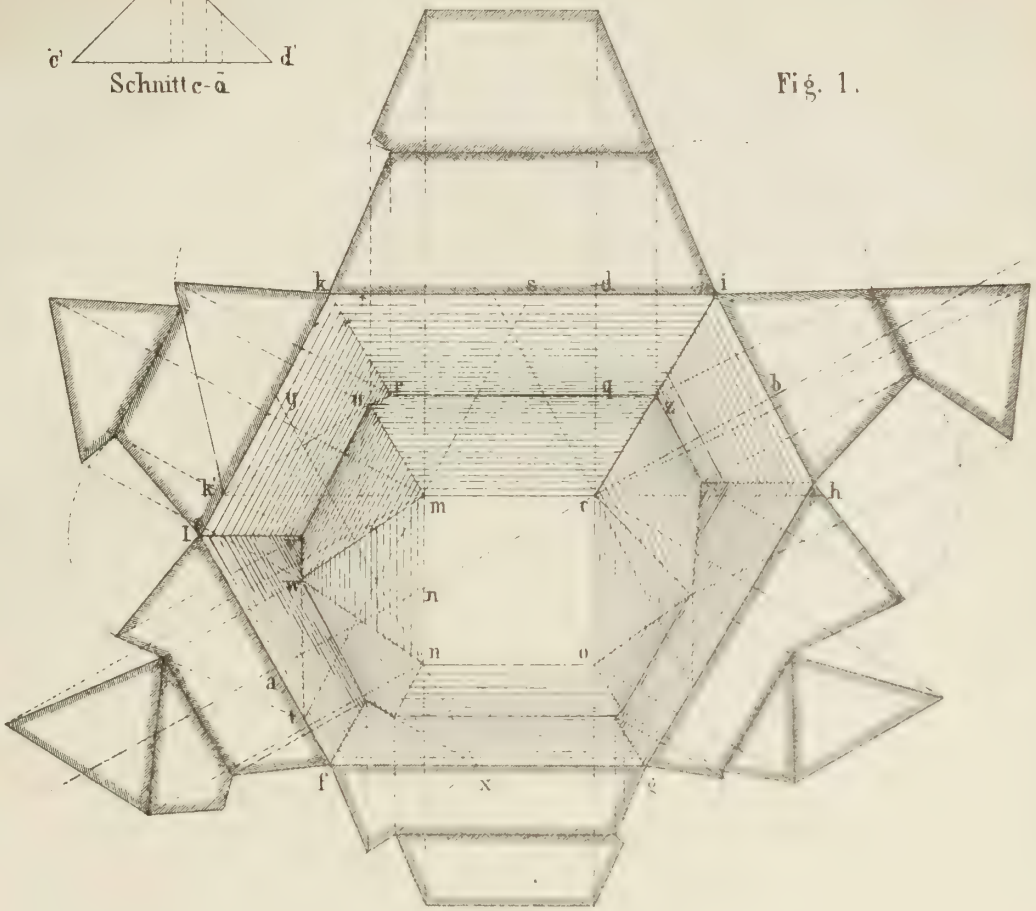
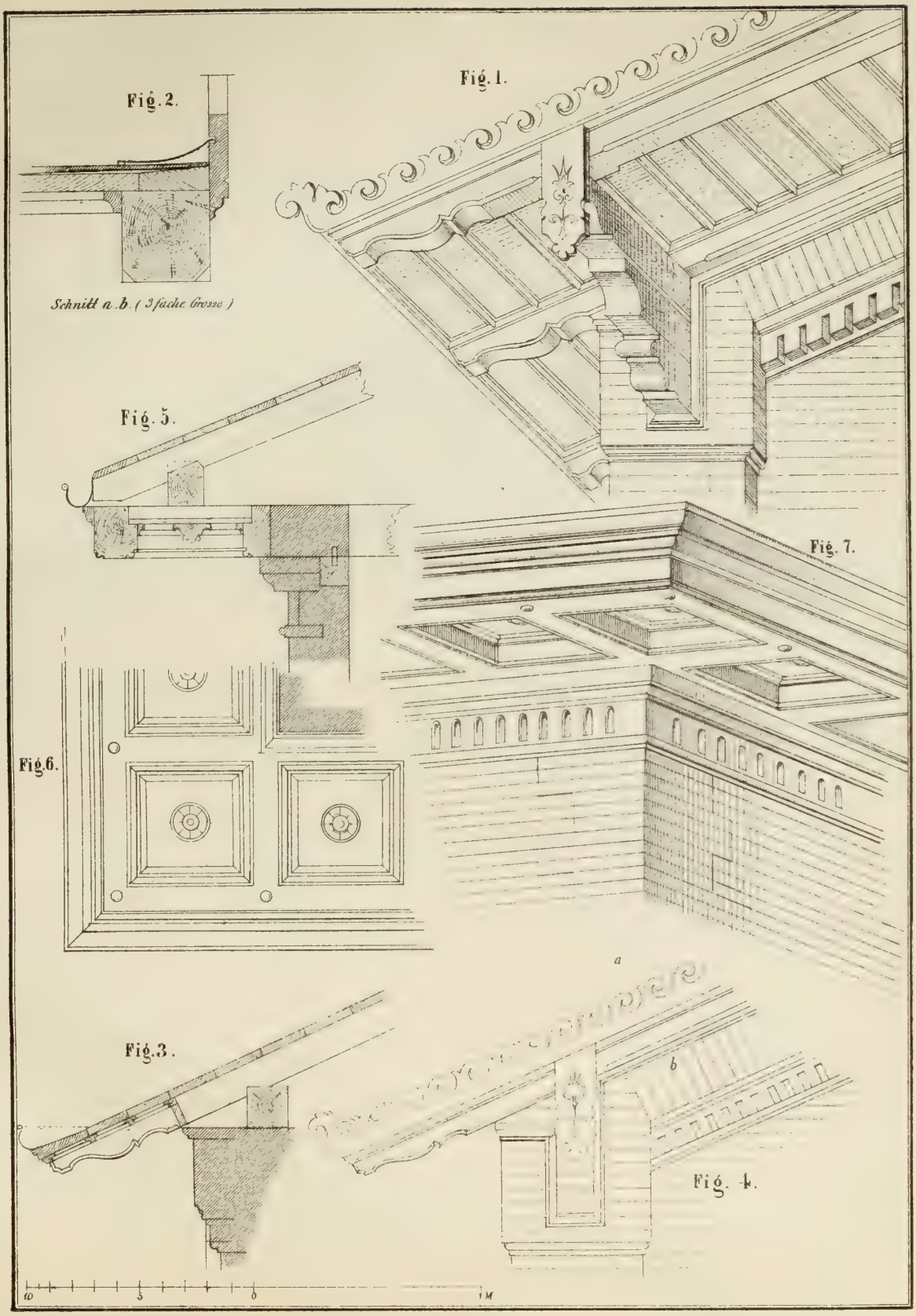


Fig. 3.

Schnitt a b

Taf. 68.



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Fig. 1.

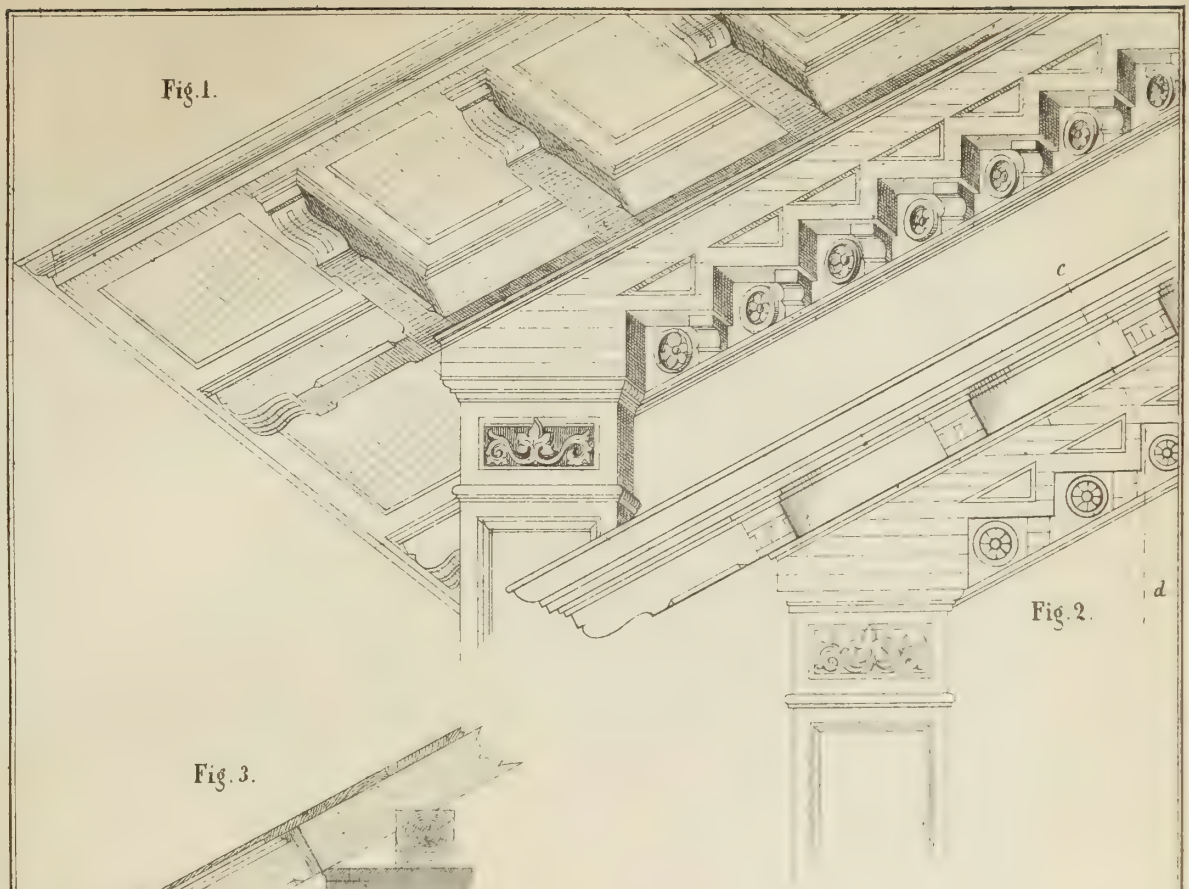
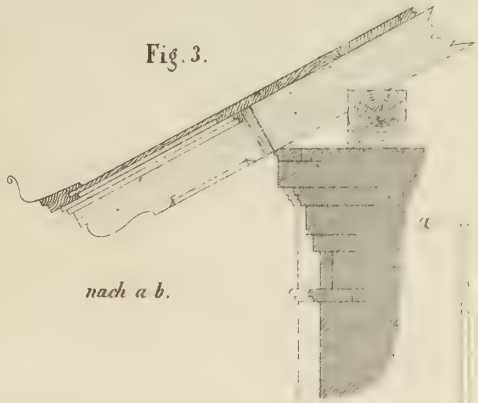


Fig. 2.

Fig. 3.



nach a b.

Fig. 5

Fig. 4.

nach c d.

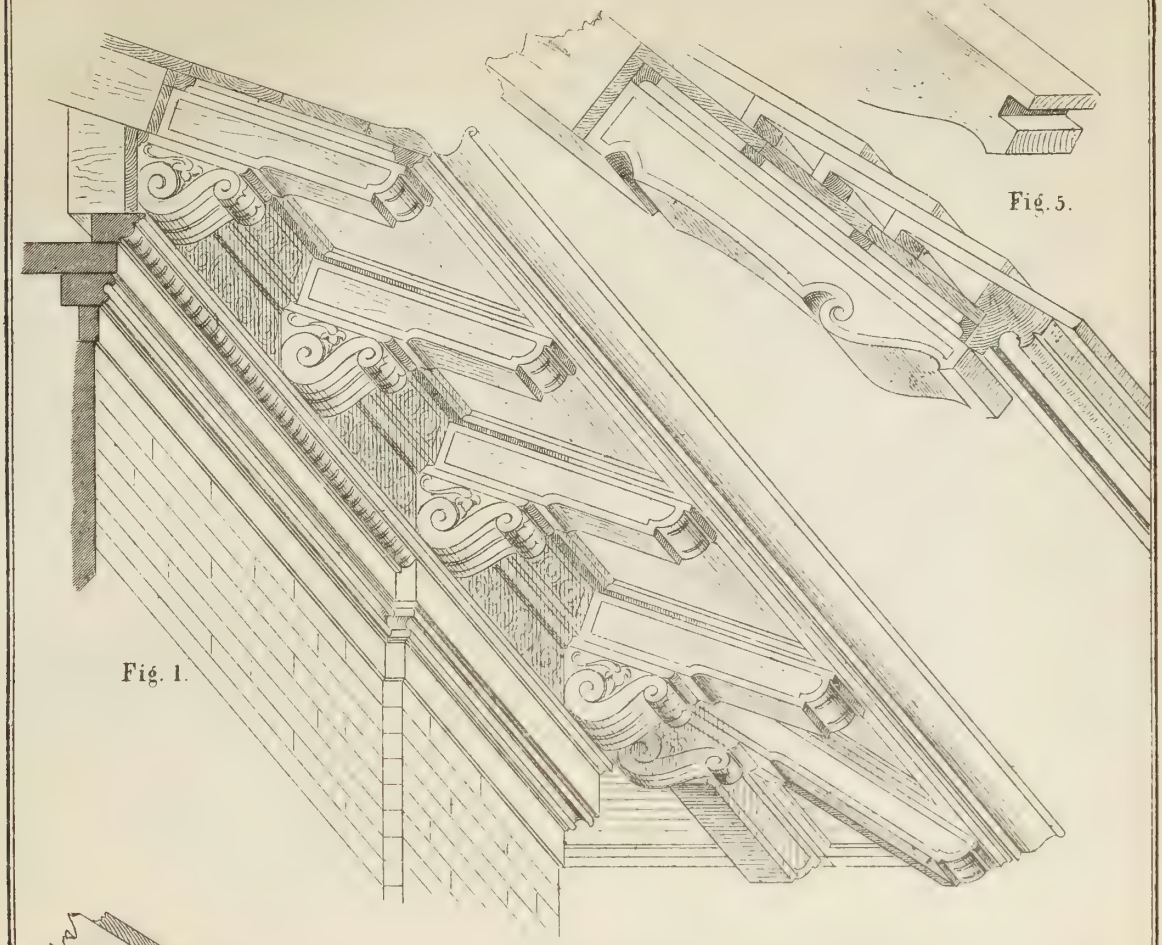


Fig. 1.

Fig. 5.

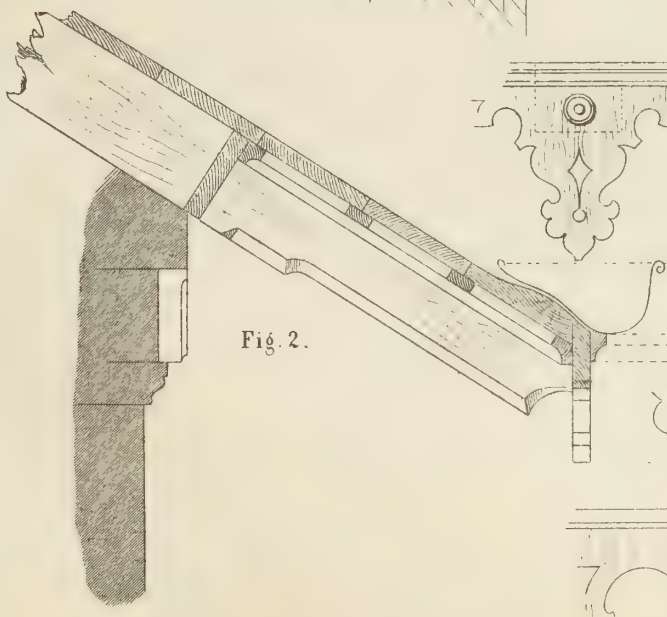


Fig. 2.

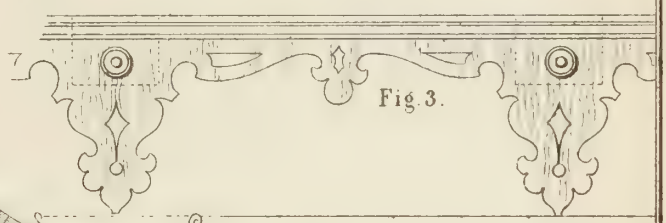


Fig. 3.

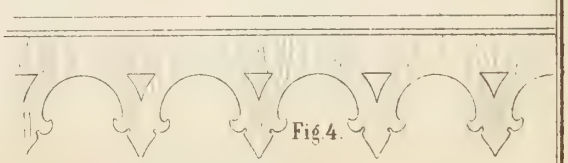


Fig. 4.

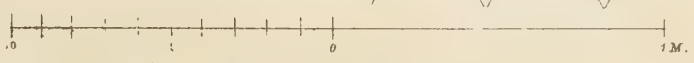


Fig. 1.

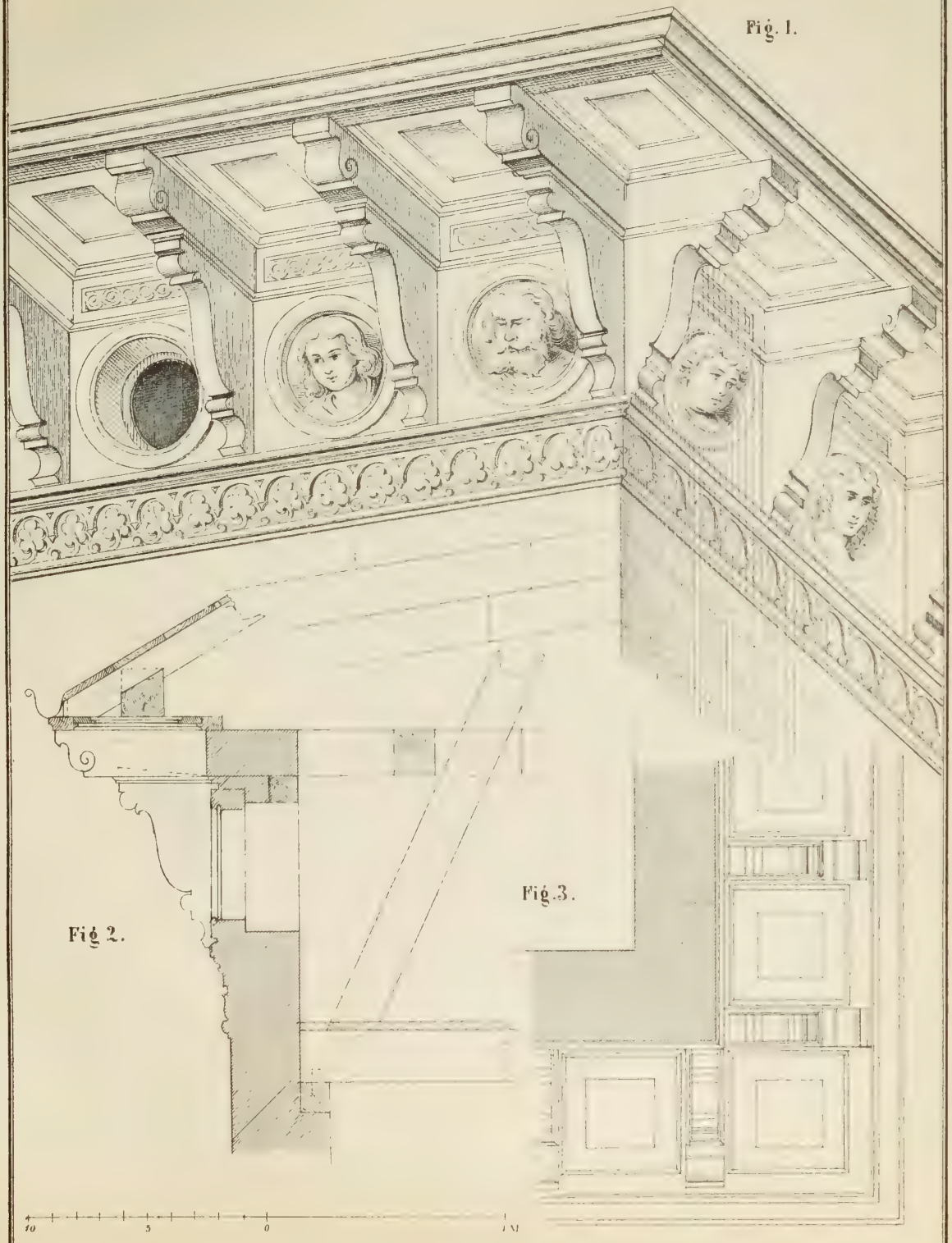
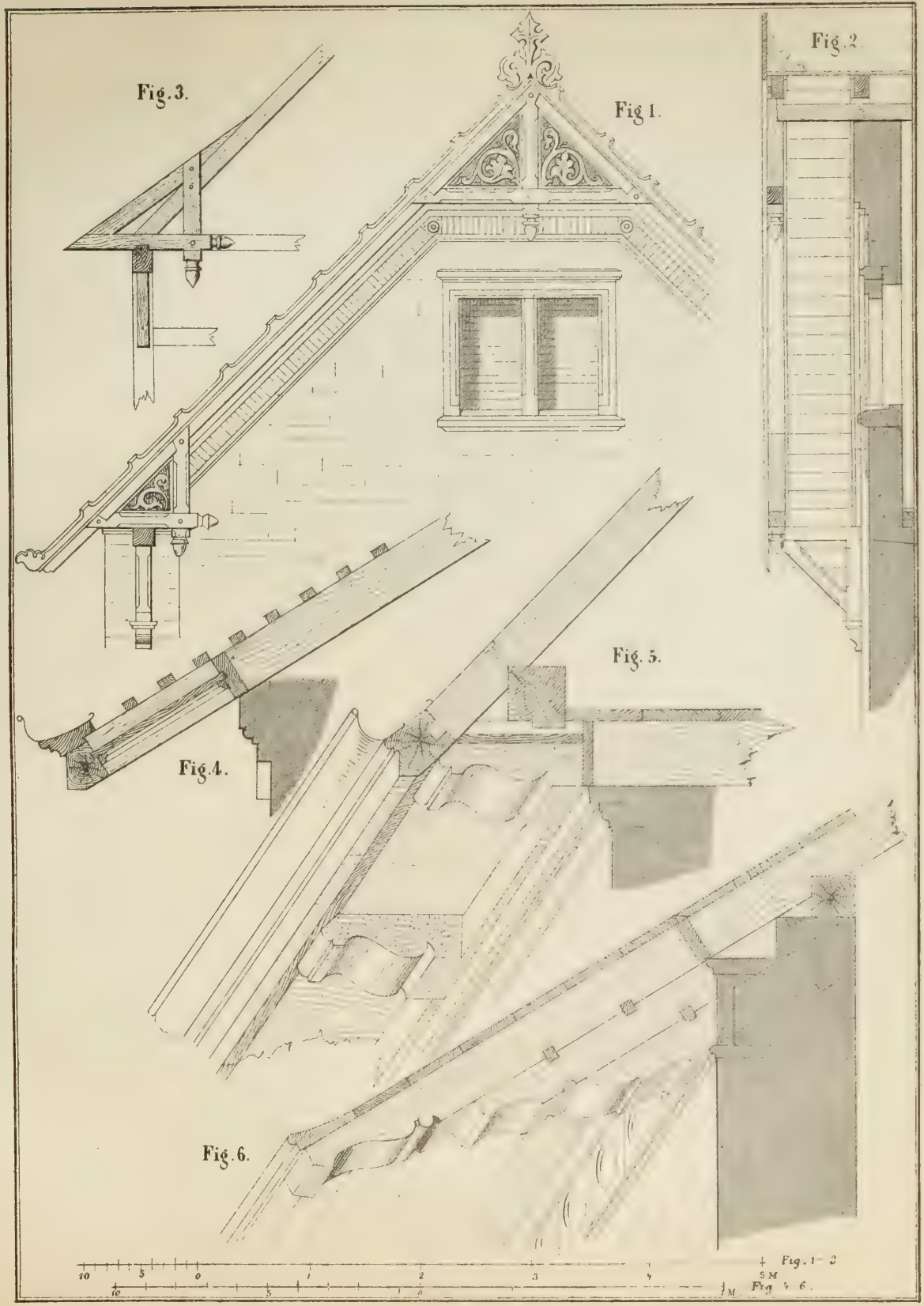


Fig. 2.

Fig. 3.

Taf. 72.



Breymann I^r Holz 5 Aufl
J.M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

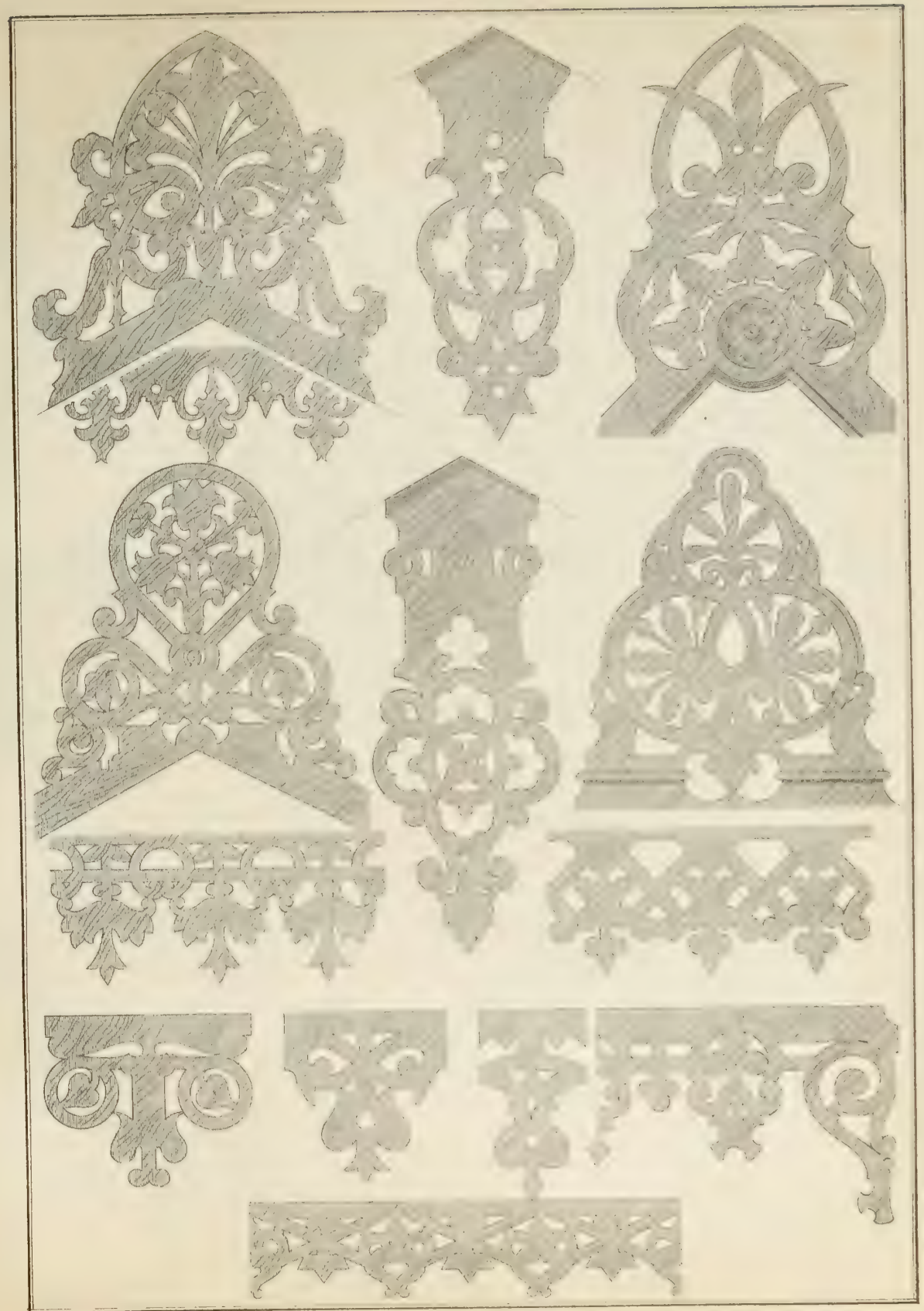


Fig. 1.

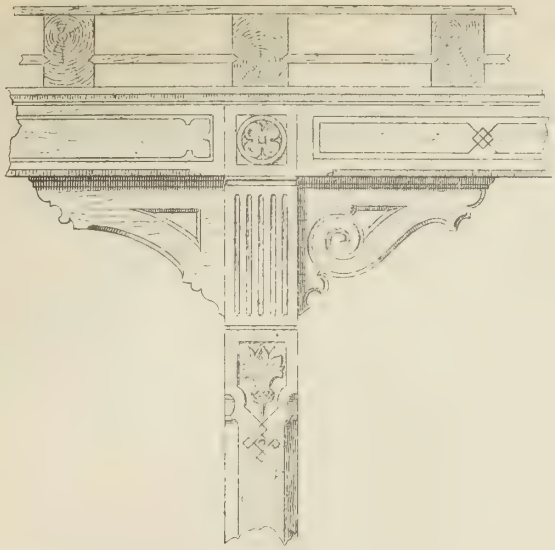


Fig. 2.

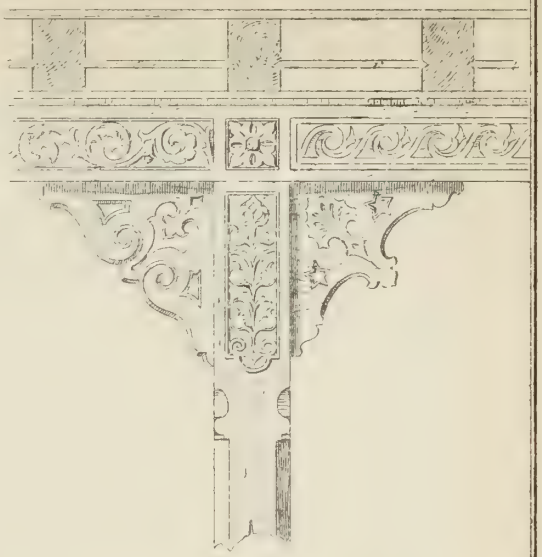


Fig. 3.

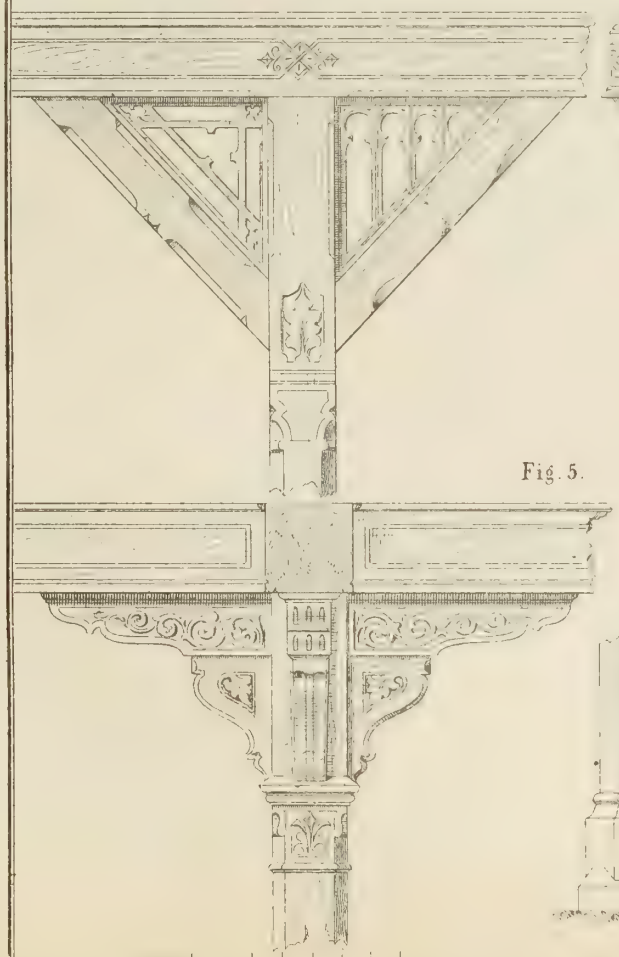


Fig. 4

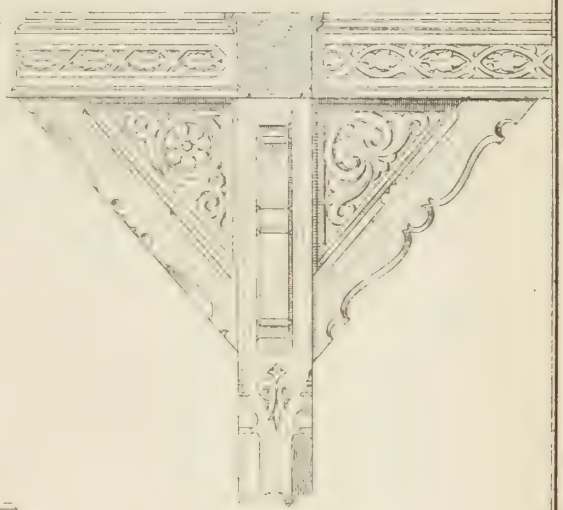


Fig. 5.

Fig 7.

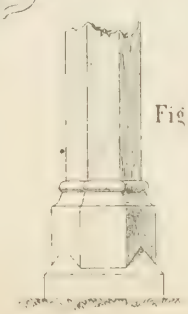
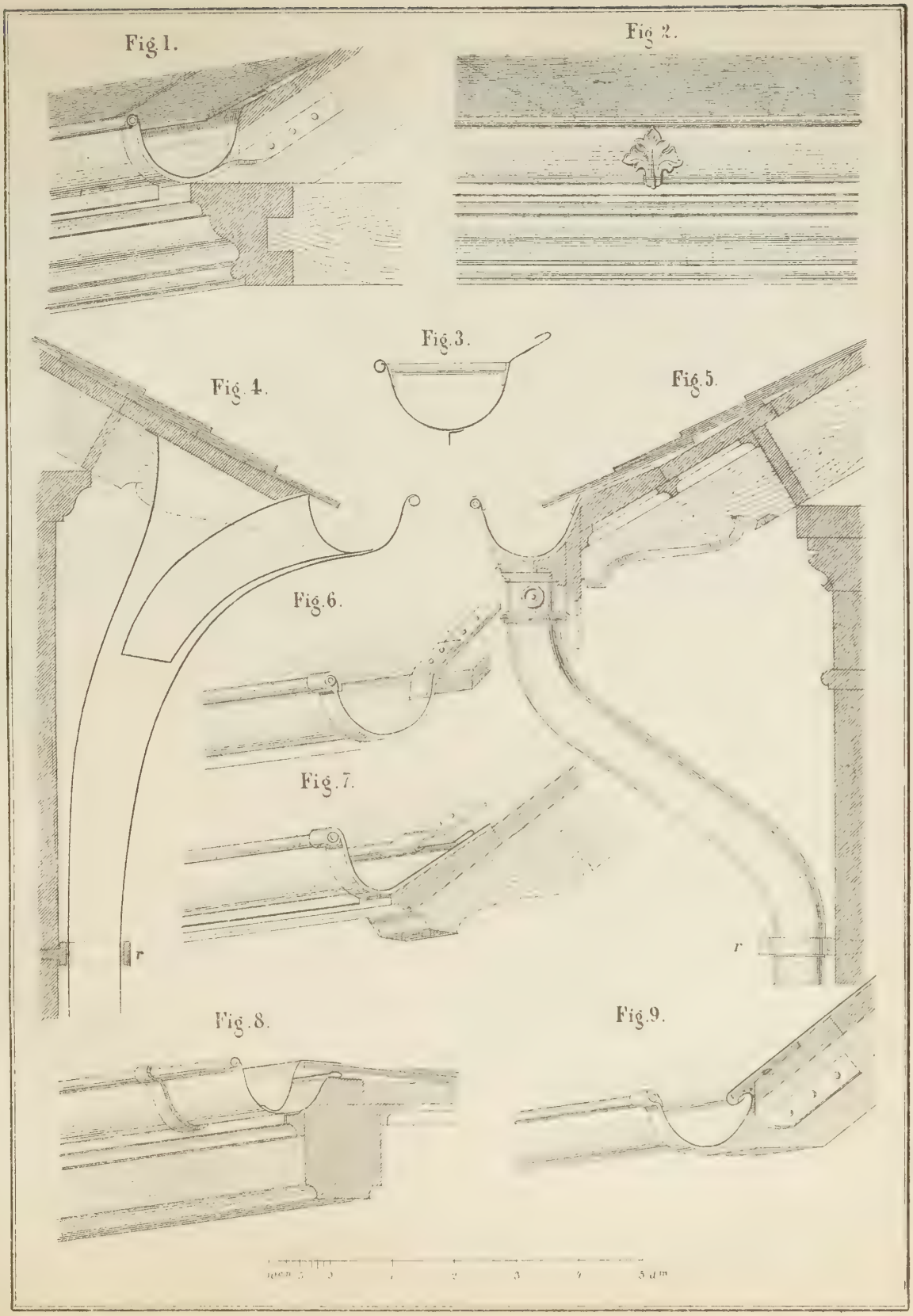


Fig 6.

Taf. 75.



Breyn und Holz ... J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig

Fig.3.
Schnitt c-d

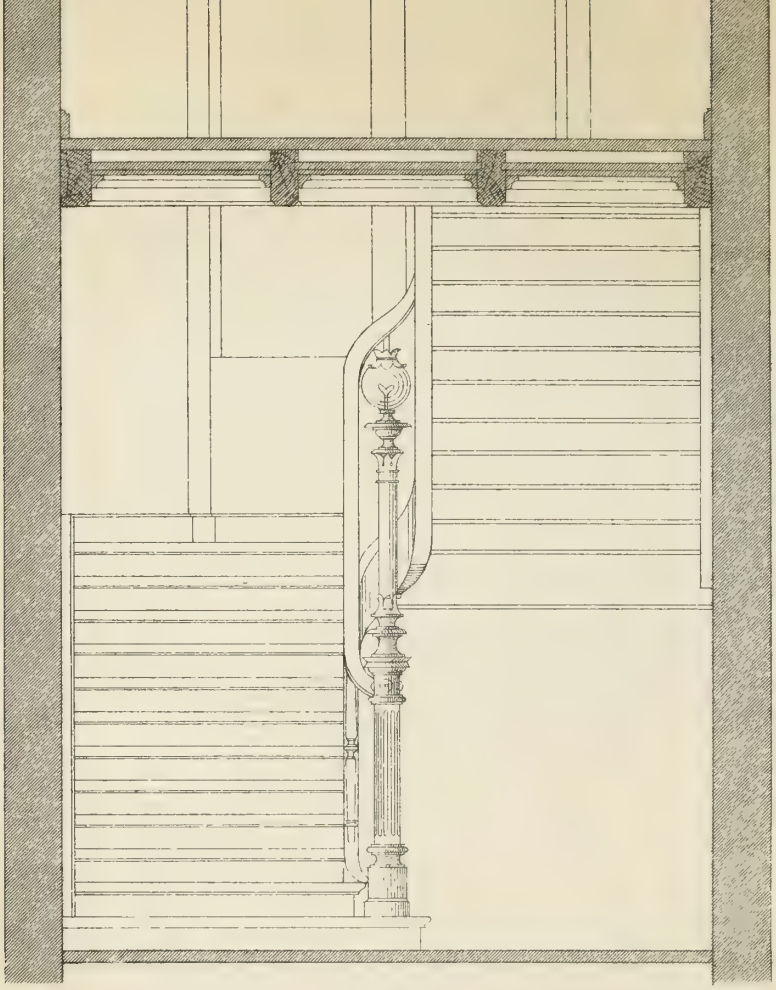


Fig.4.
Schnitt f-g

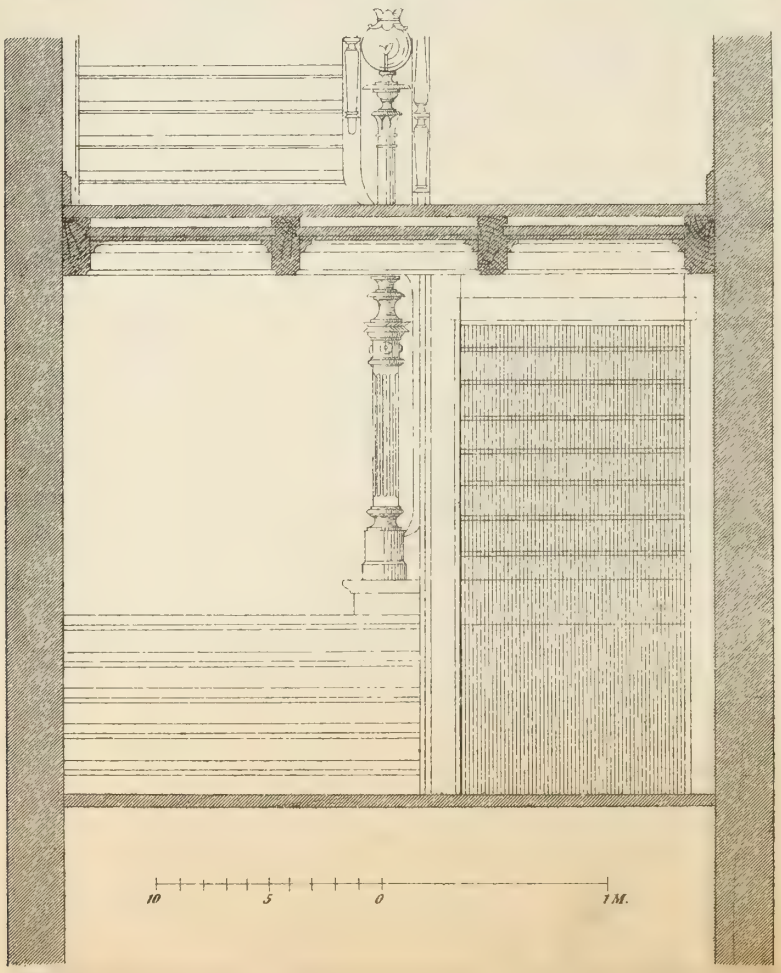
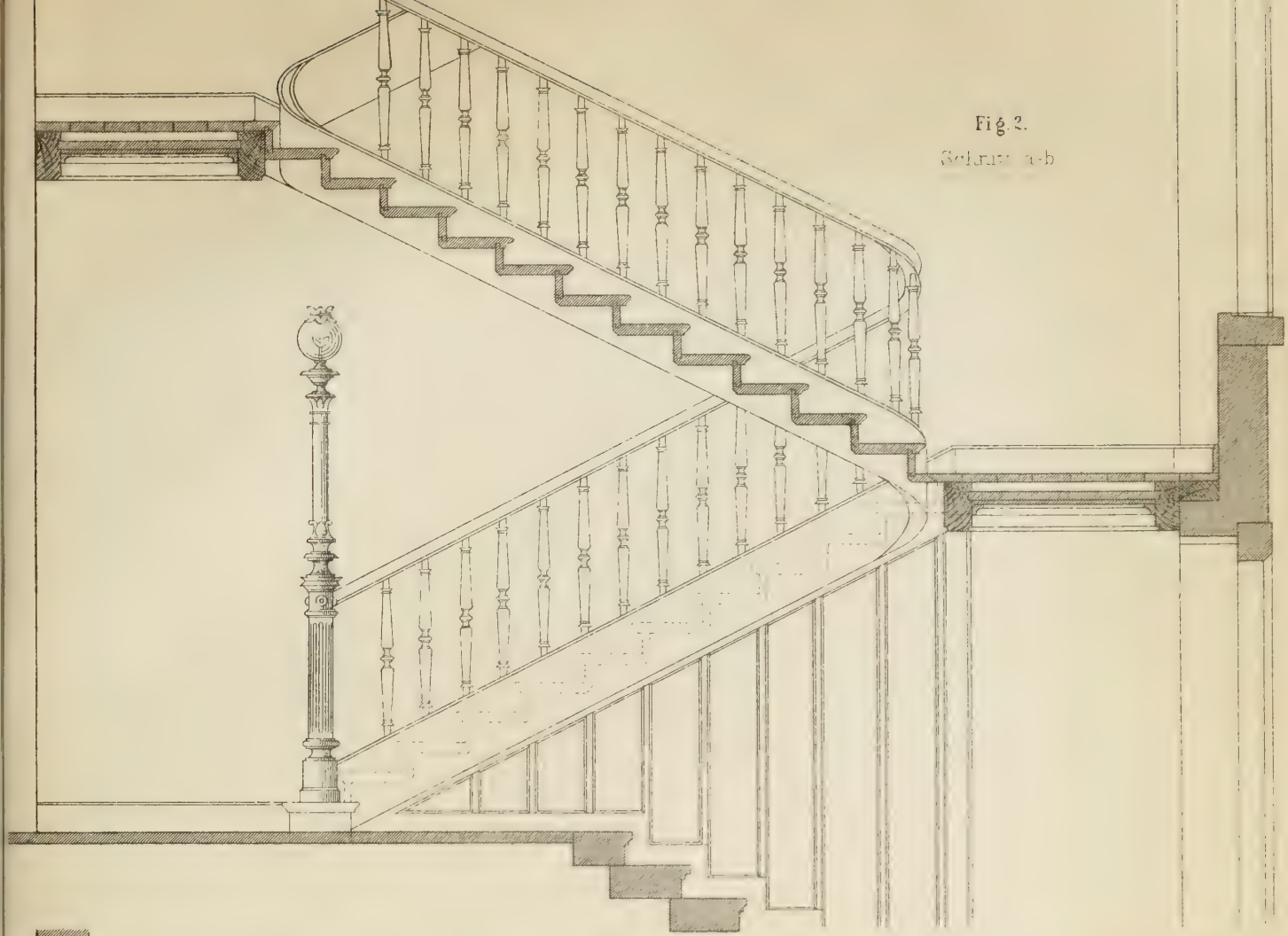


Fig. 2.

Schnitt a-b



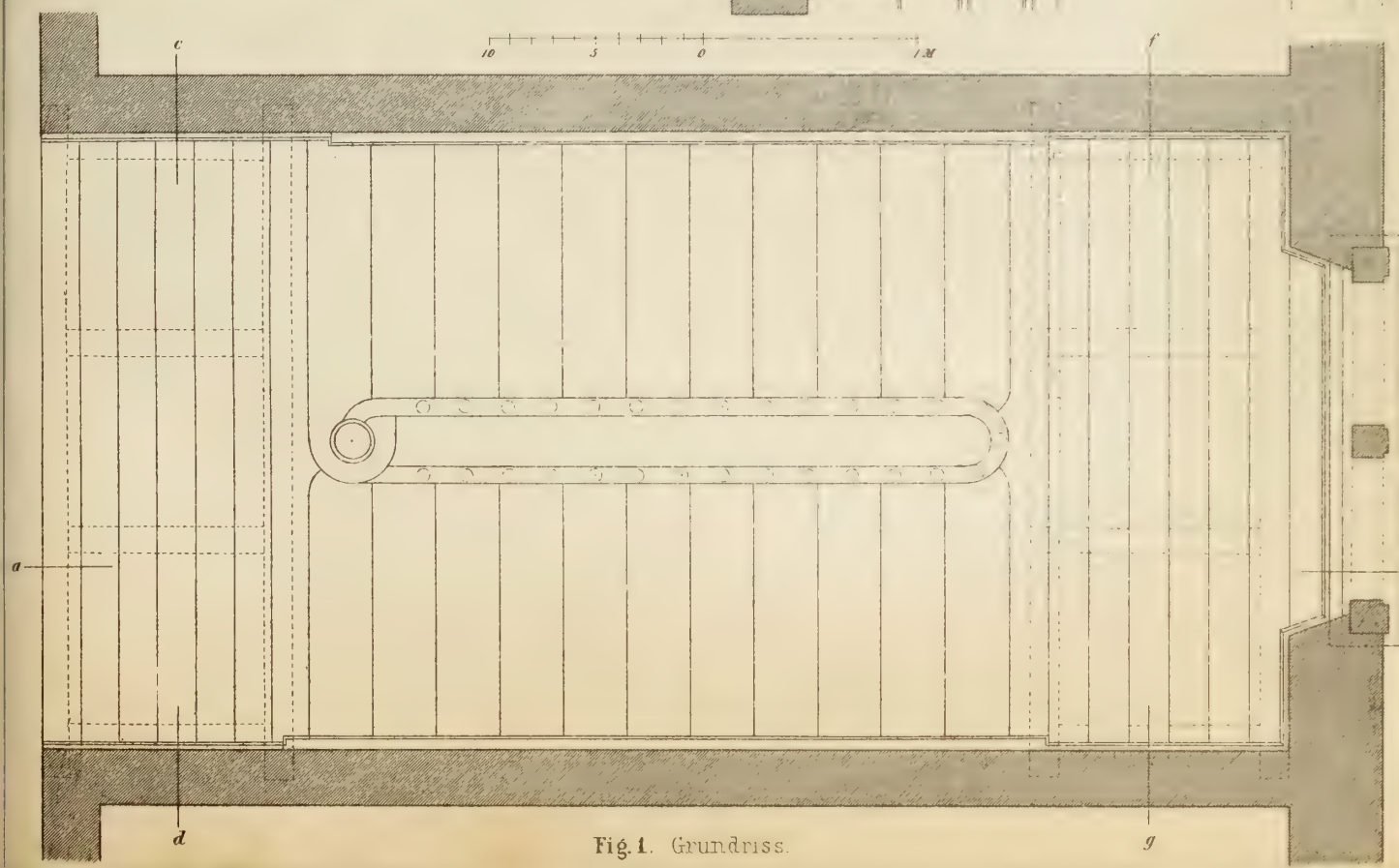
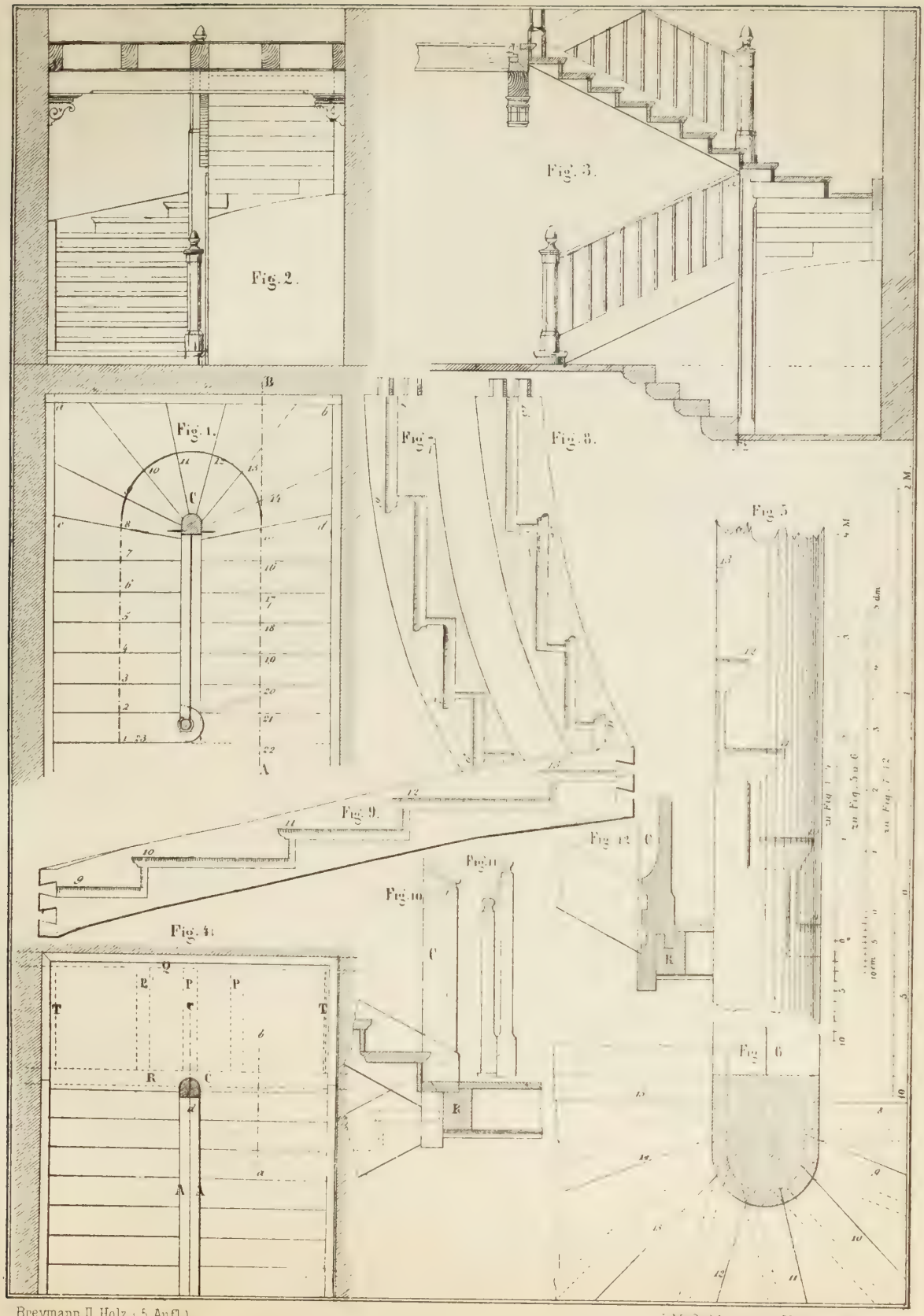


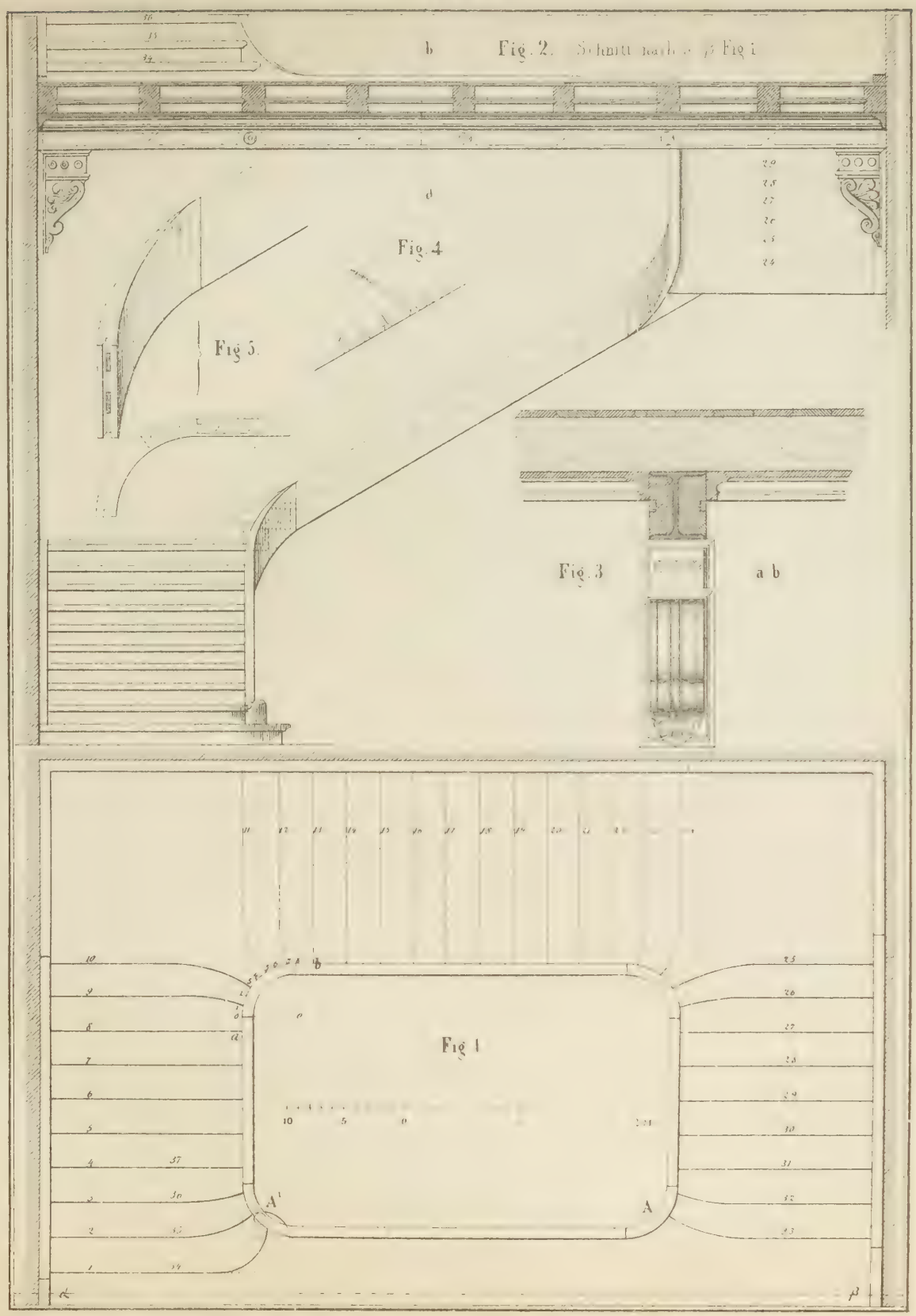
Fig. 1. Grundriss.

Taf. 77.

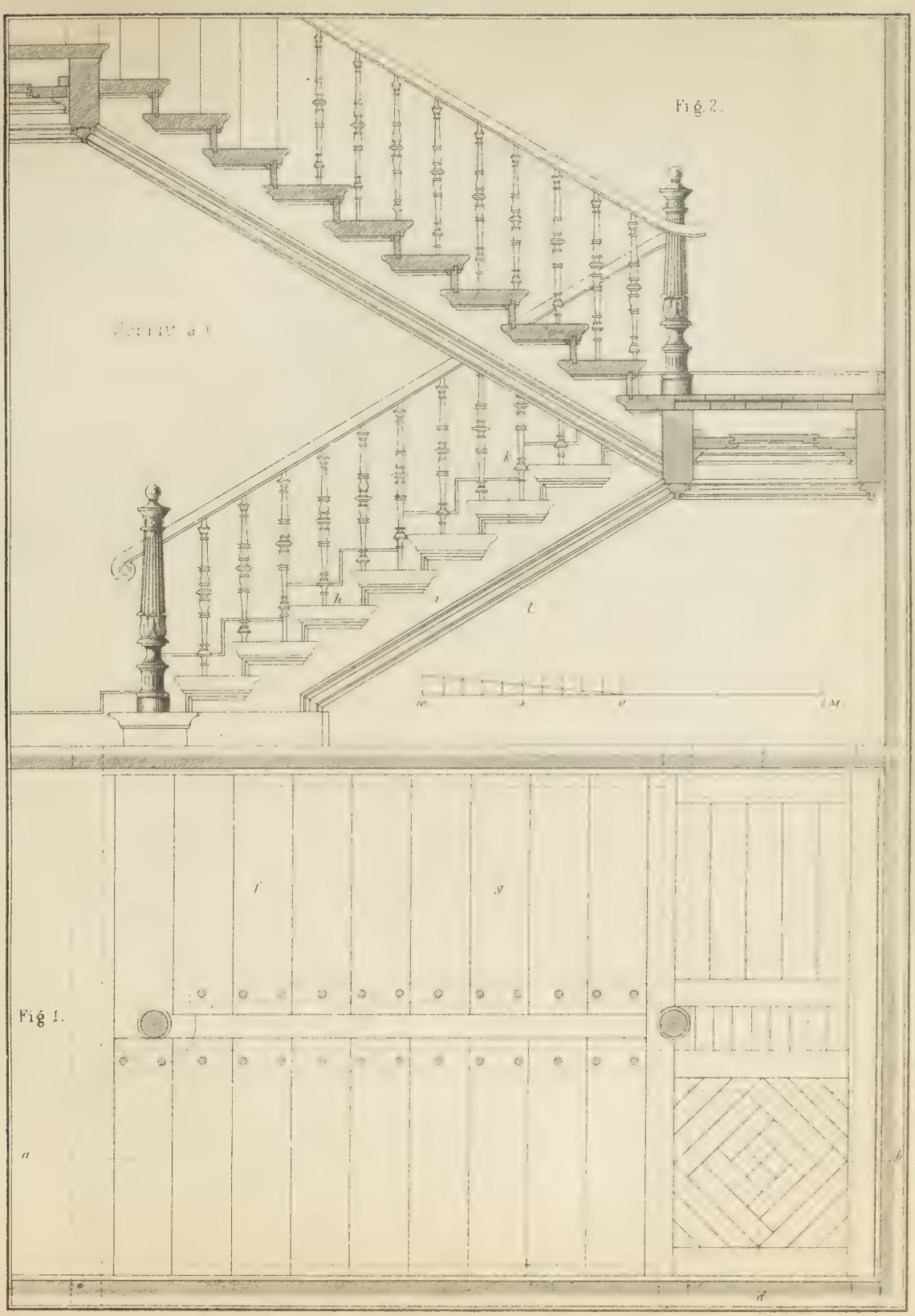


Brevmann II Holz (5 Aufl.)

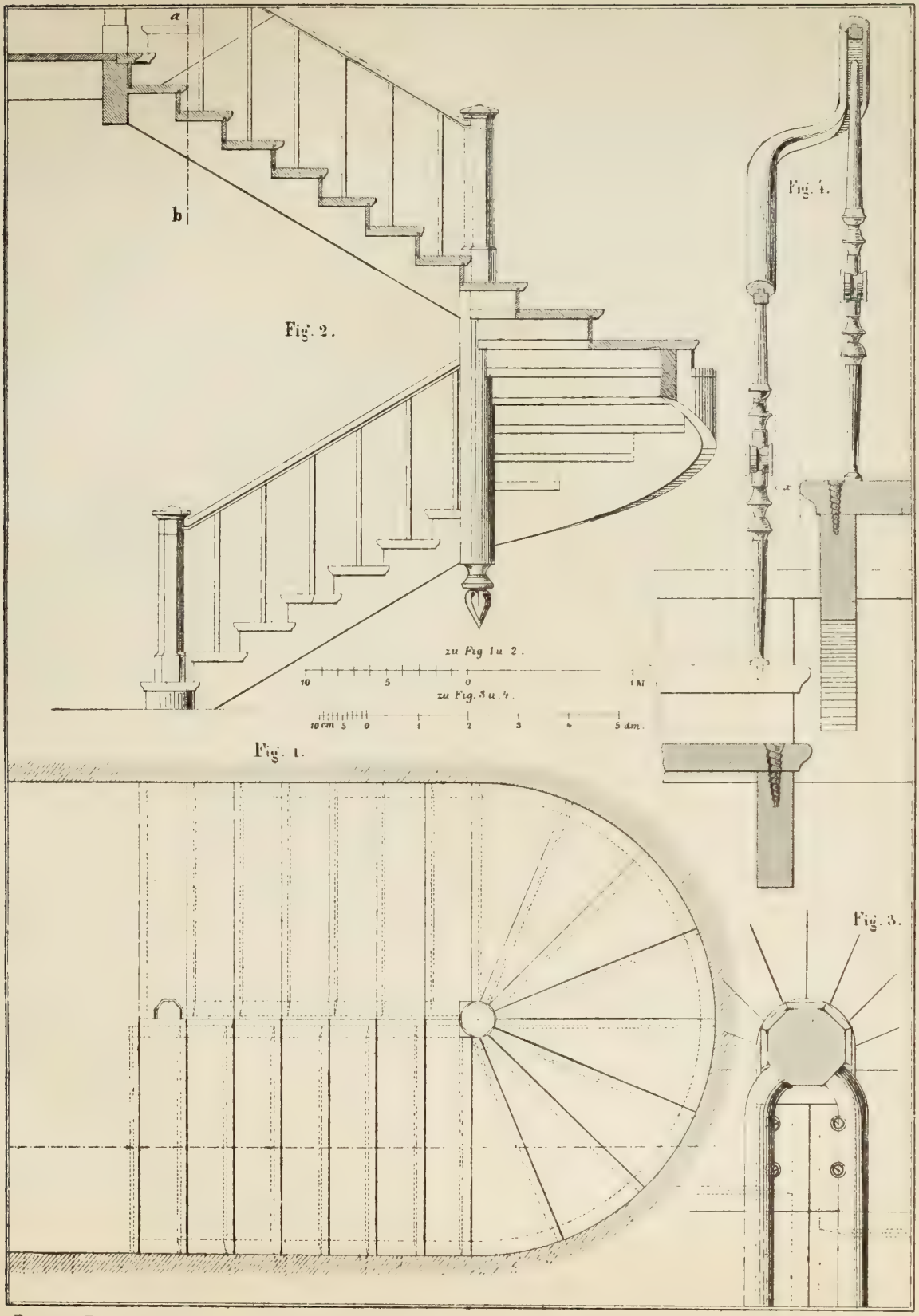
M. Gebhardt's Verlag Leipzig


b
Fig. 2.
d
Fig. 4
Fig 5.
Fig. 3
a b
Fig 1
A
A'

Taf. 79.



Breymann II Holz (5 Aufl.)



Breymann II Holz (5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

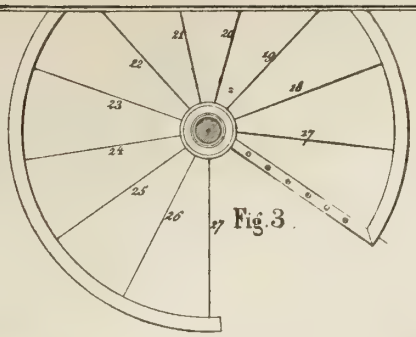


Fig. 3.

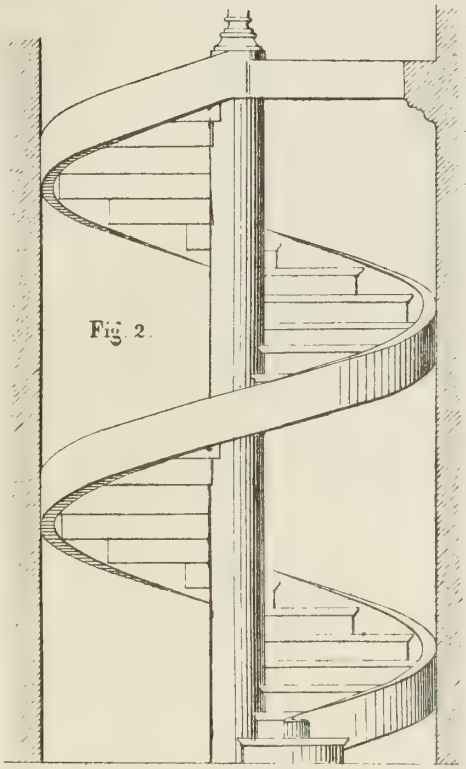
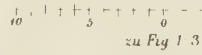
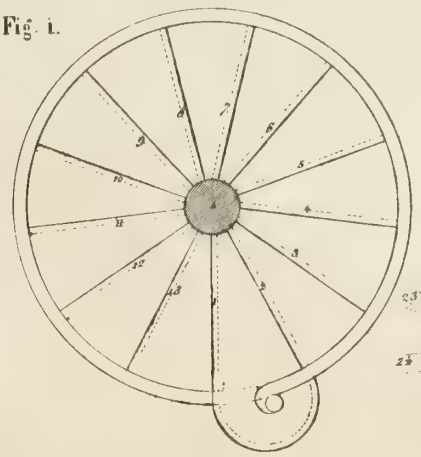


Fig. 2.



zu Fig 1-3

Fig. 1.



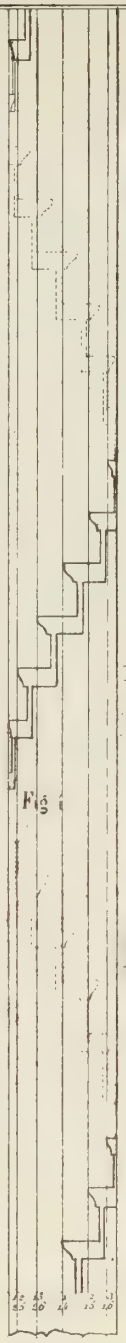
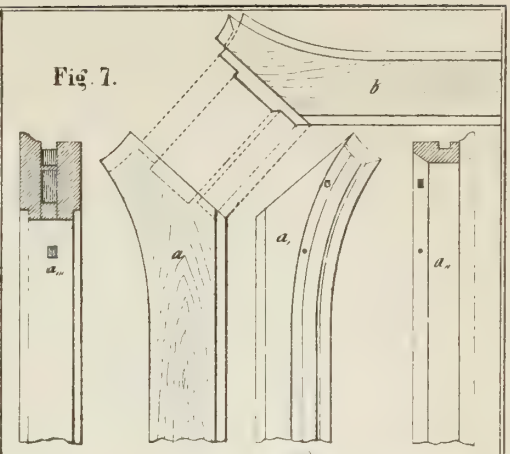


Fig. 4.

Fig. 7.



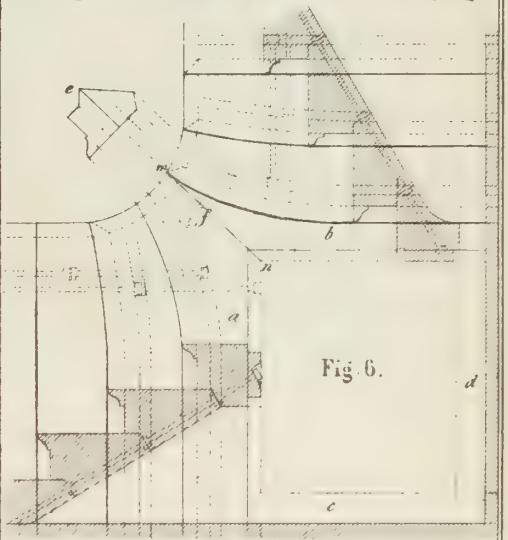
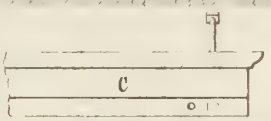


Fig. 6.



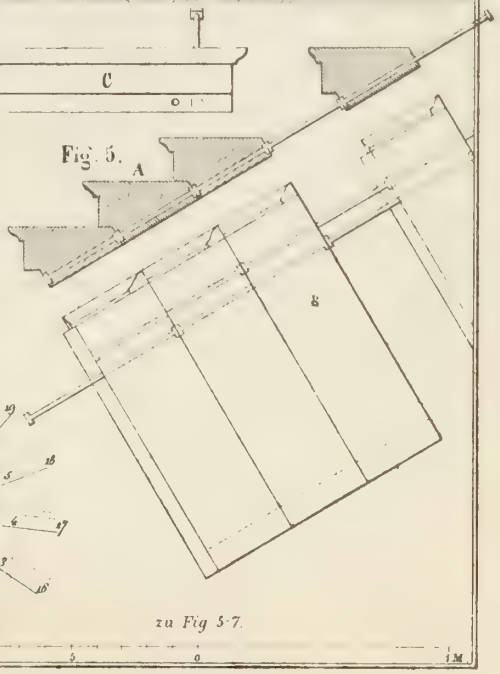
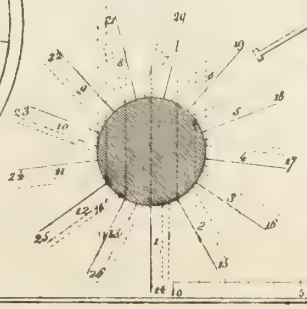


Fig. 5.



zu Fig 5-7.

Fig. 2.

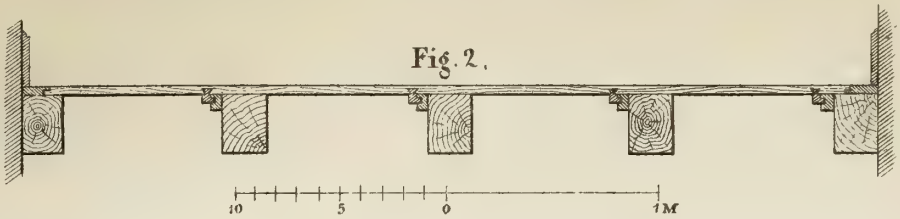


Fig. 1.

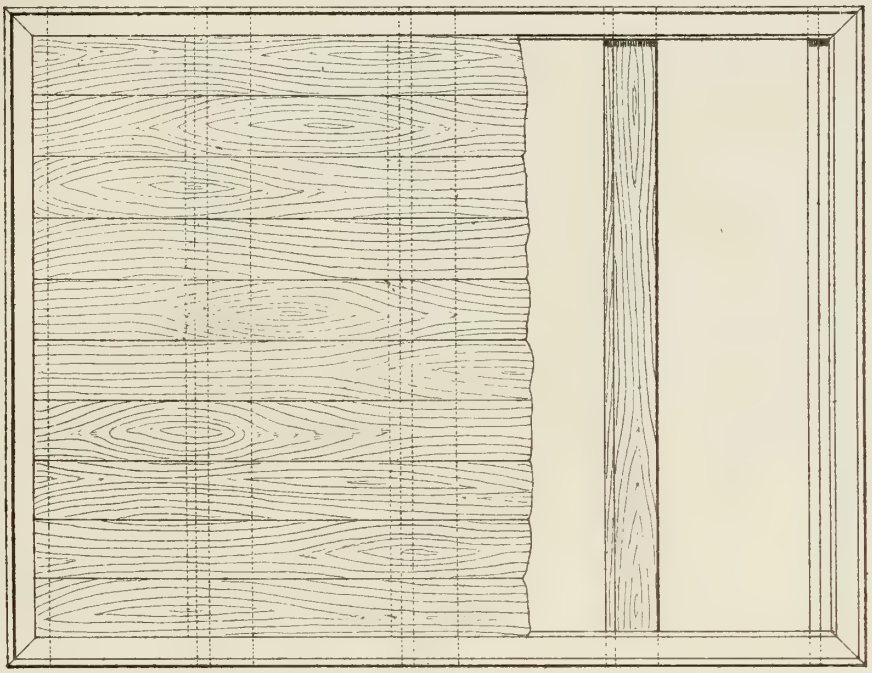


Fig. 4.

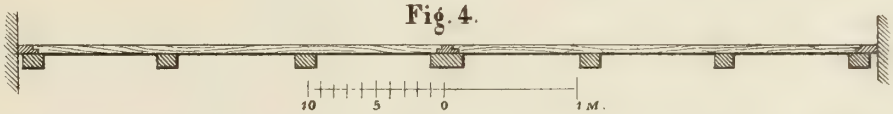
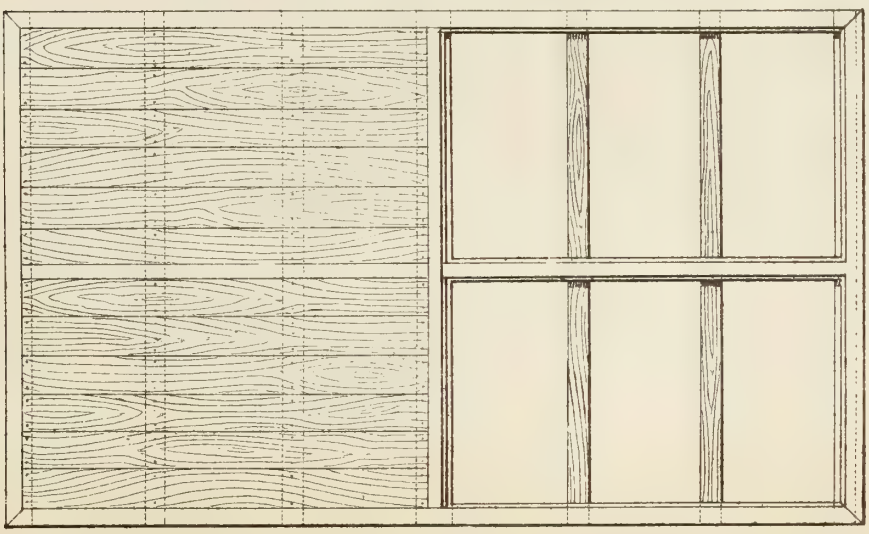


Fig. 3.



Taf. 83.

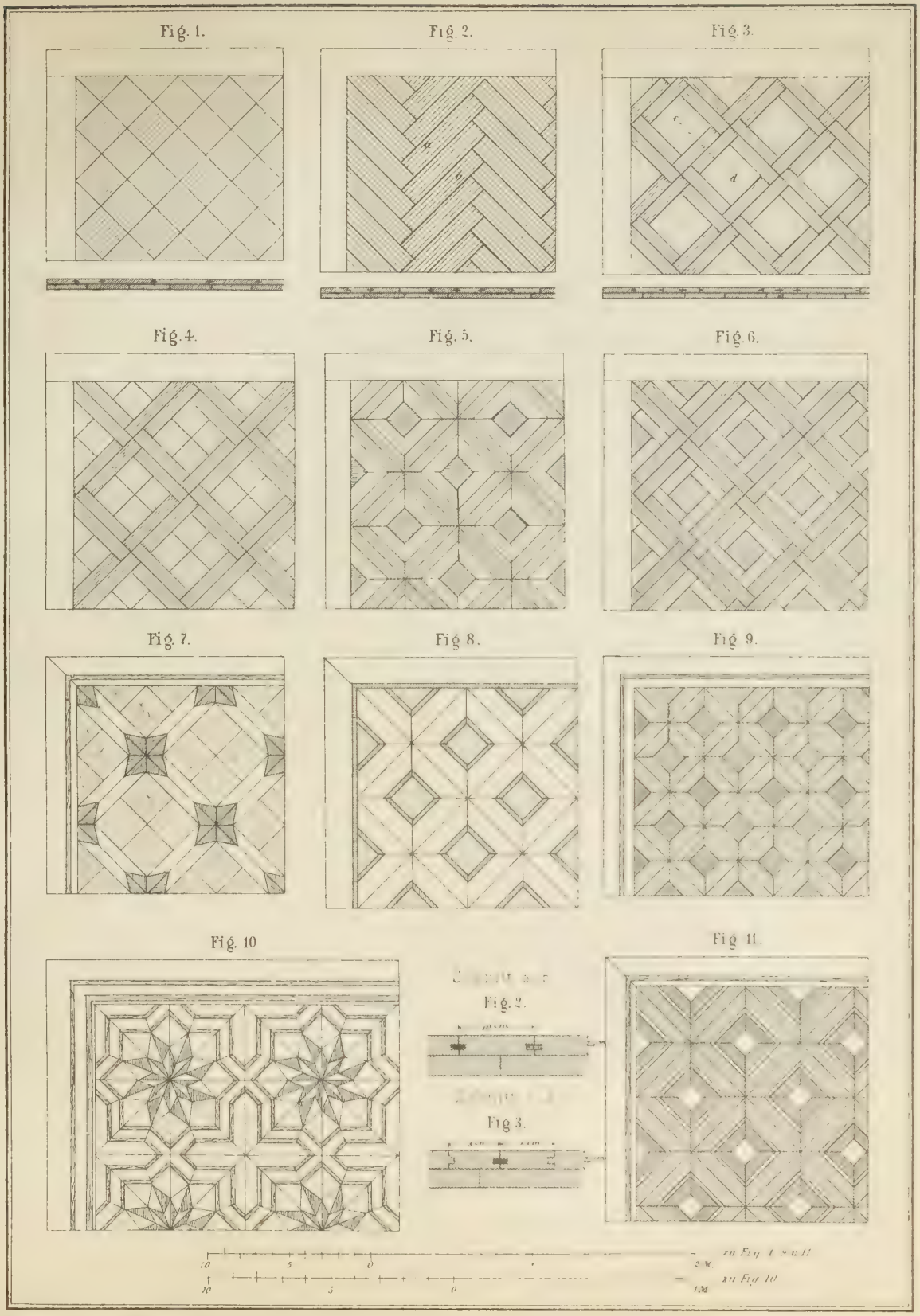
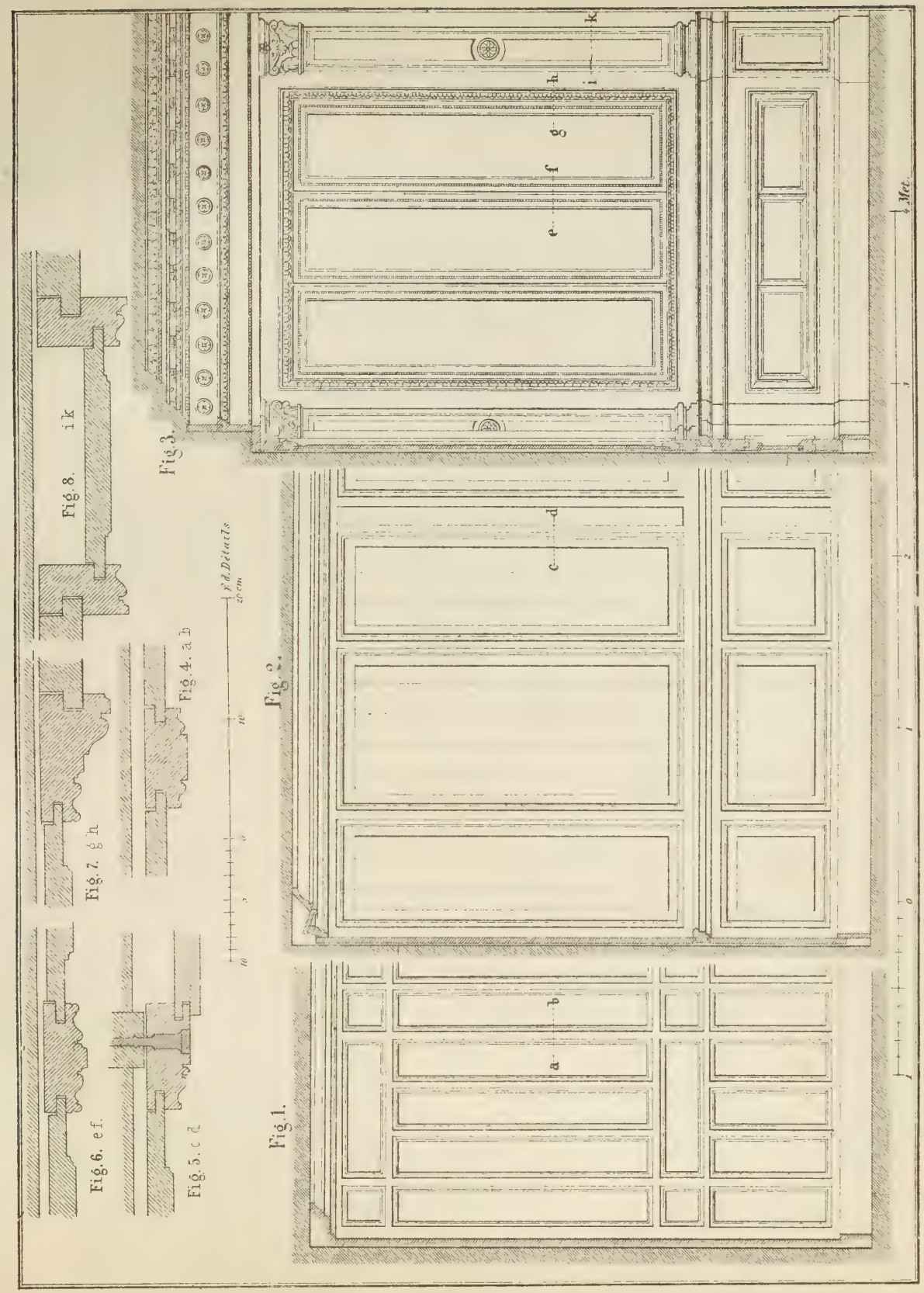
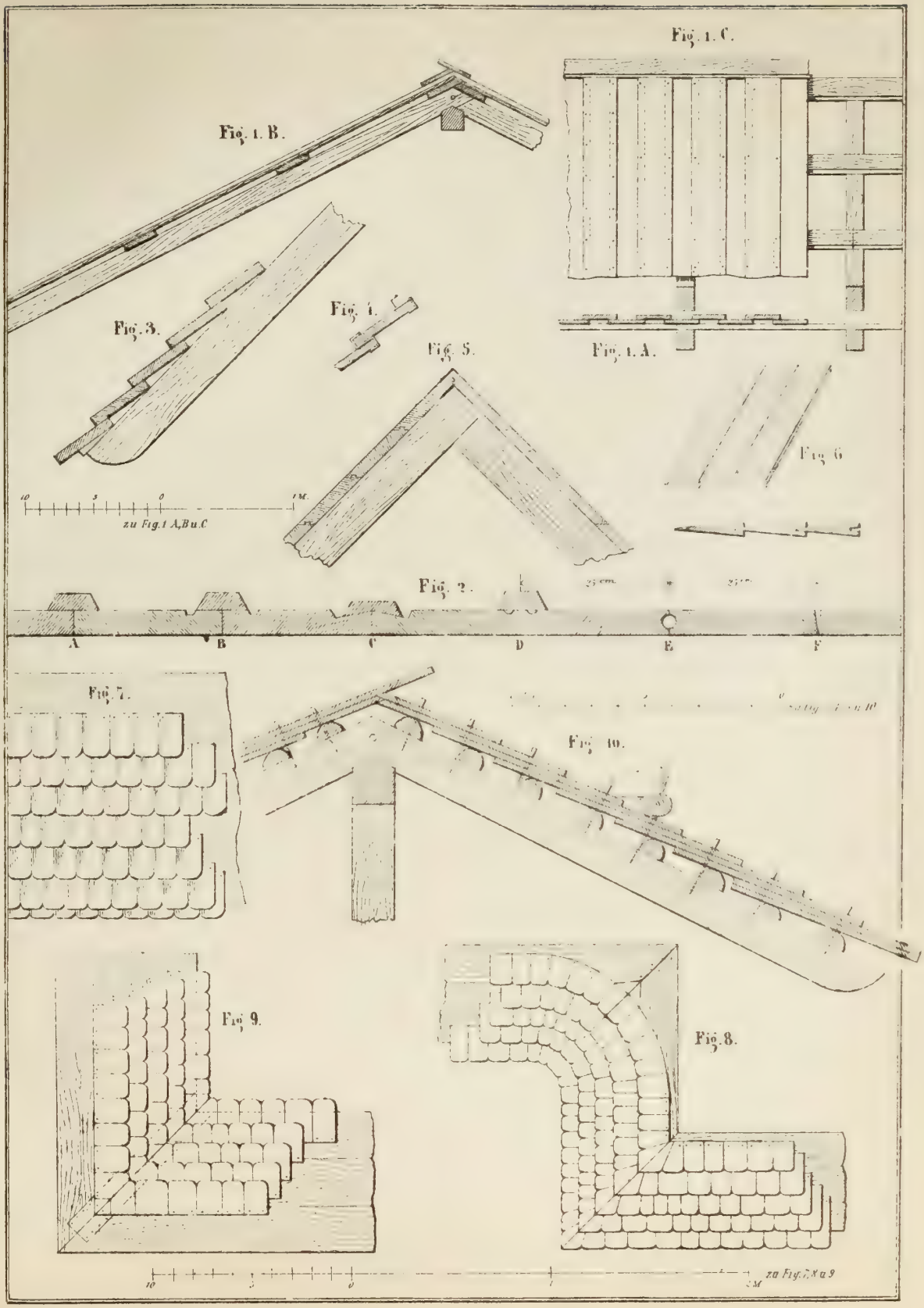


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig 8.
Fig 9.
Fig. 10
Fig. 2.
Fig 3.
Fig 11.
10
5
0
2 M.
10
5
0
1 M.



Breymann II Holz 5 Aufl
J. M. Gebhardt - Verlag Leipzig



Brevmann II Holz. 5 Aufl.

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

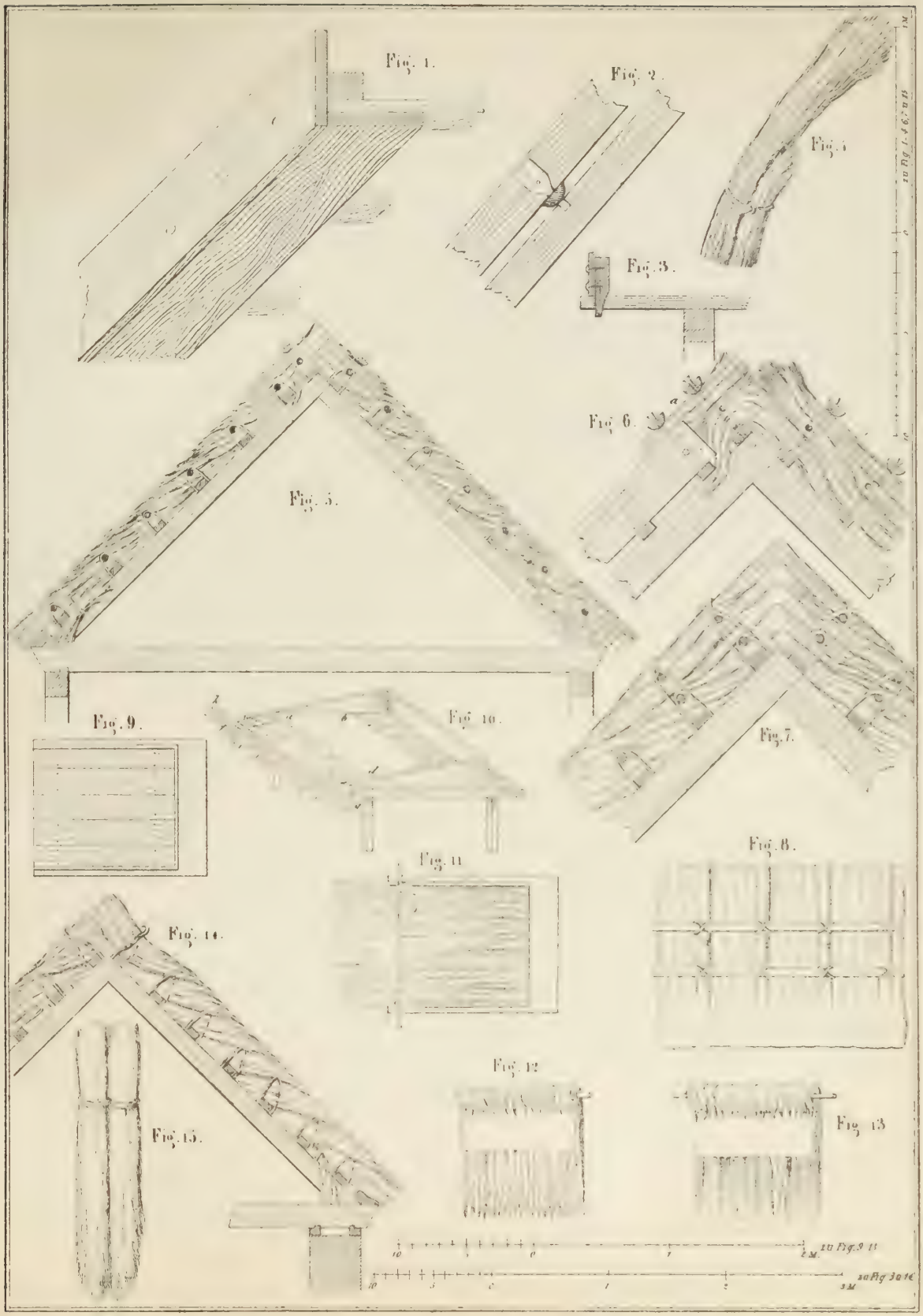


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14.
Fig. 15.

Fig. 1.

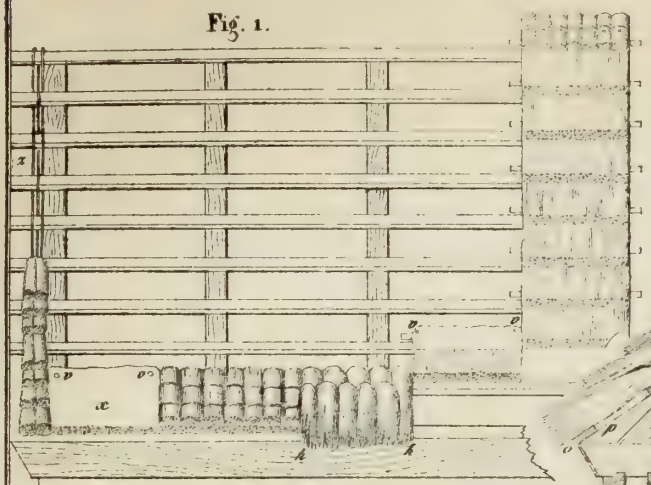


Fig. 2.

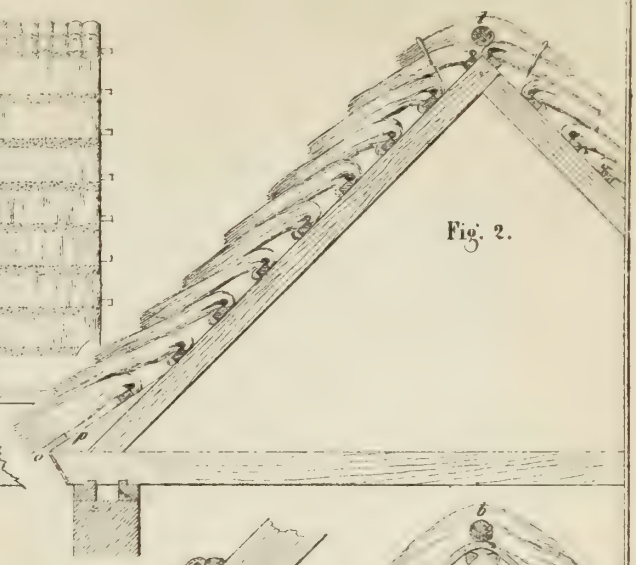
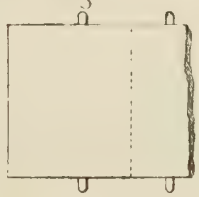


Fig. 6.



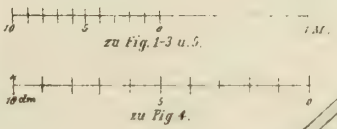


Fig. 3.

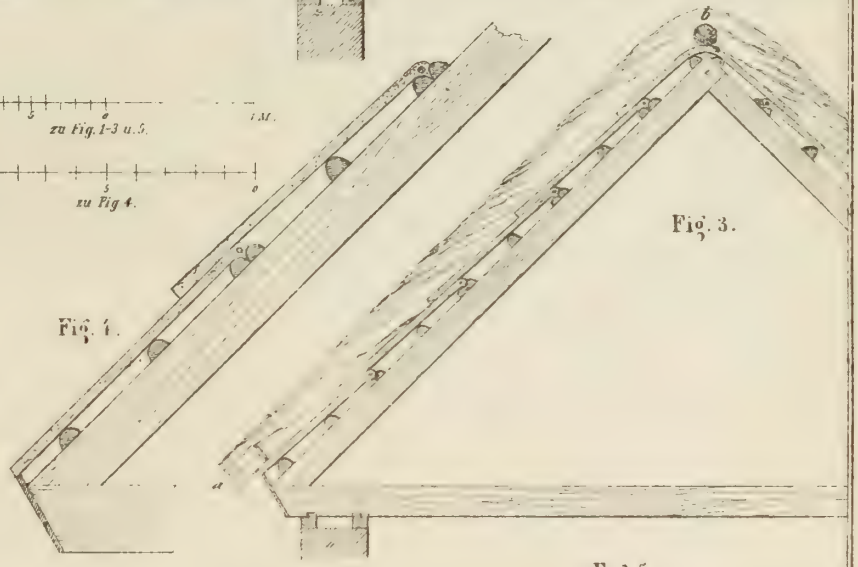


Fig. 4.

Fig. 7.

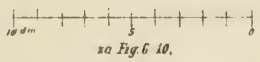


Fig. 5.

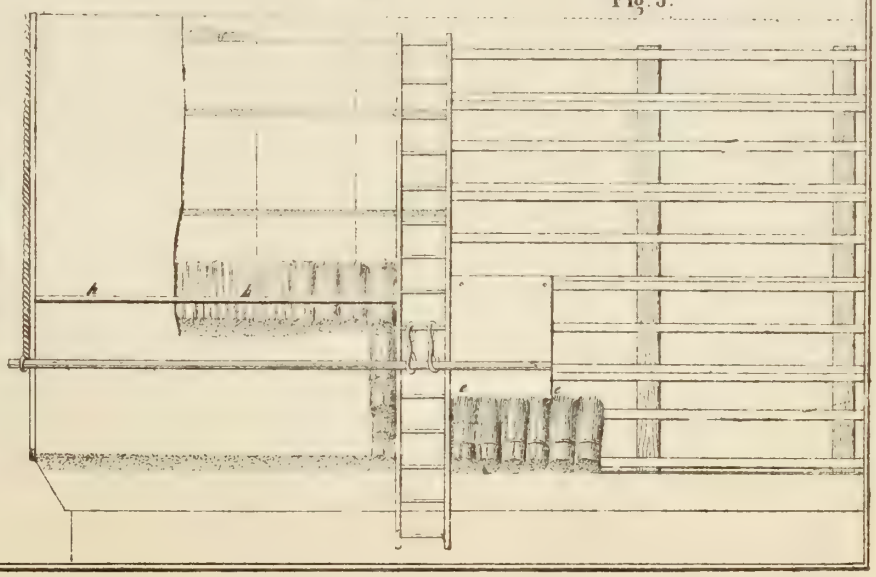


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Taf. 88.

Fig. 1.

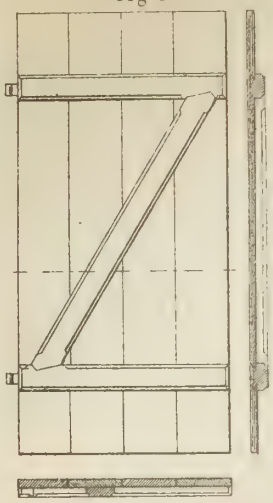


Fig. 2.

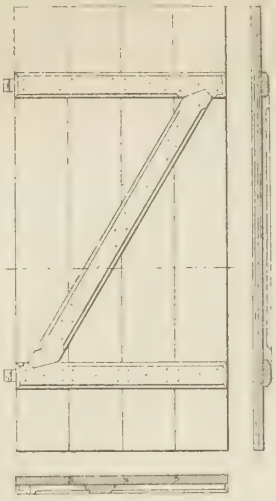


Fig. 3.

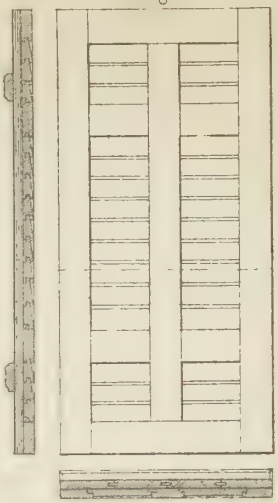


Fig. 7.

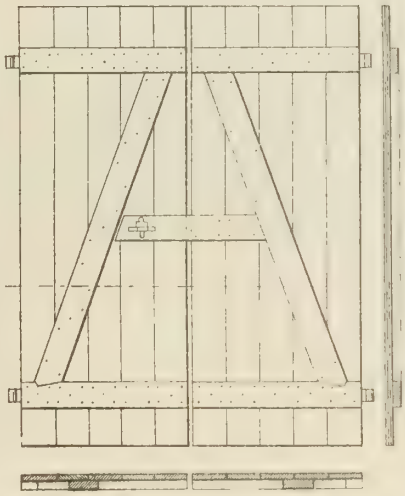


Fig. 4.

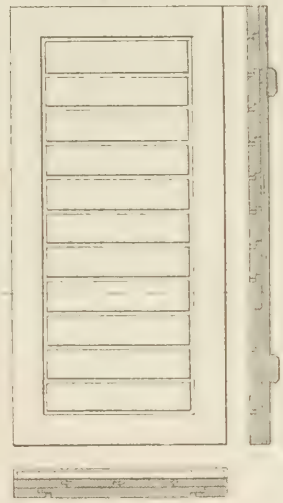


Fig. 5.

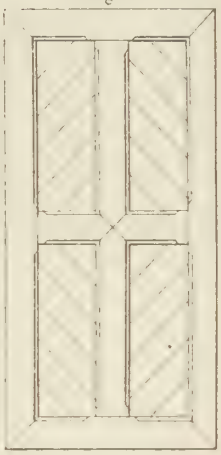


Fig. 8.

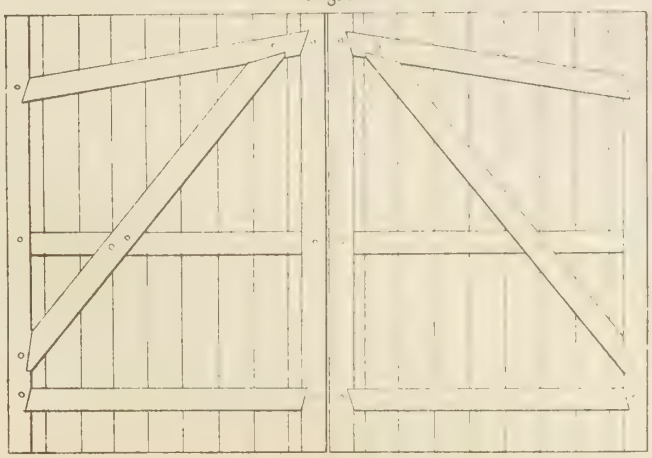
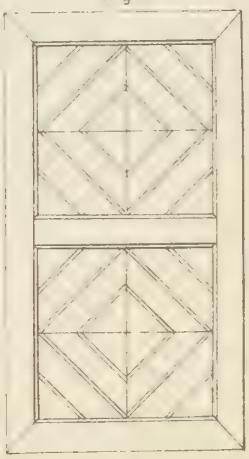
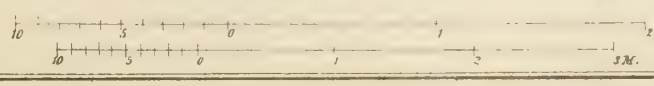
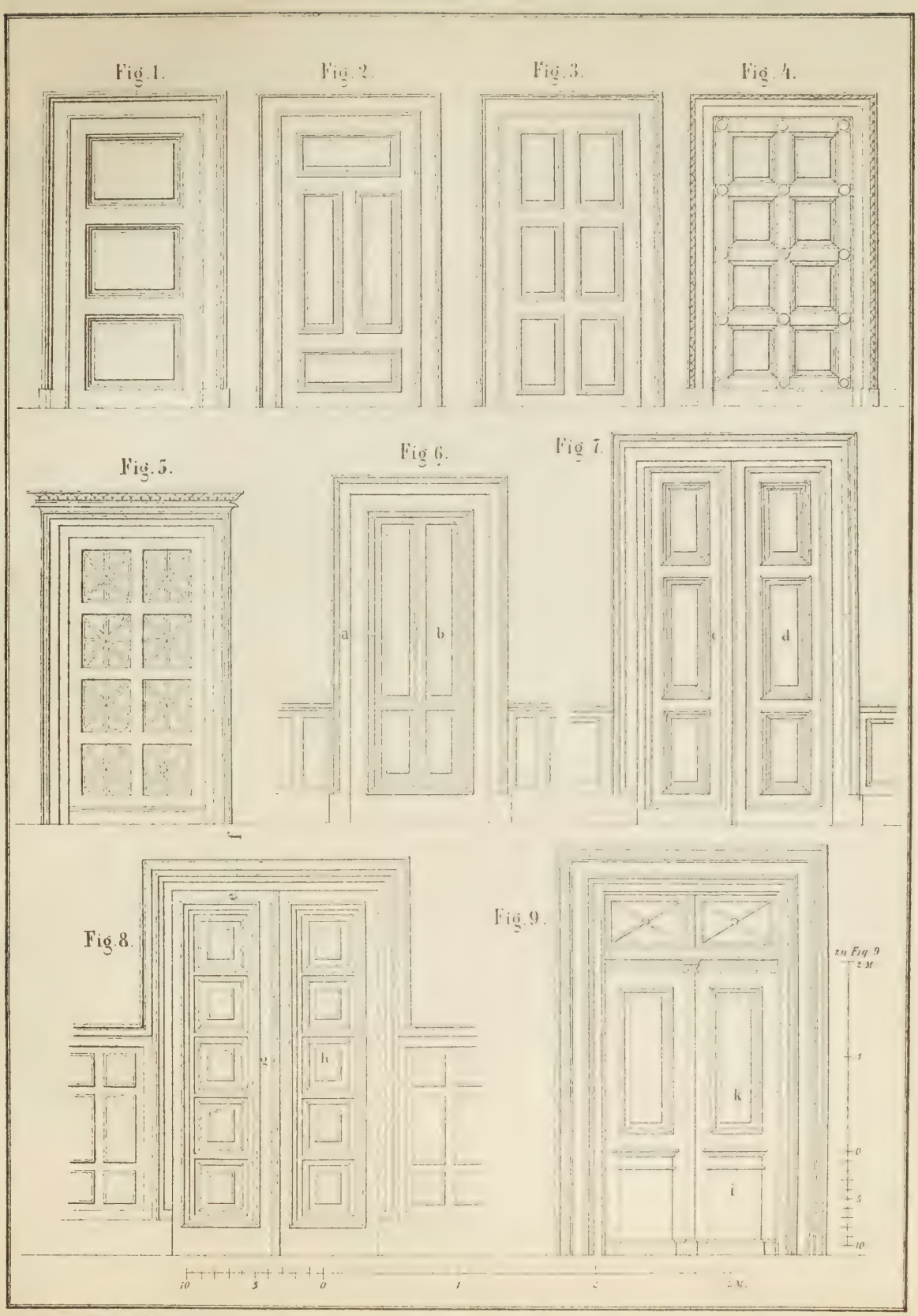


Fig. 6.





zu Fig. 1 6
" " 7 u. 8.



Brevmann H. Hol[illegible] Aufl.

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Fig 1.

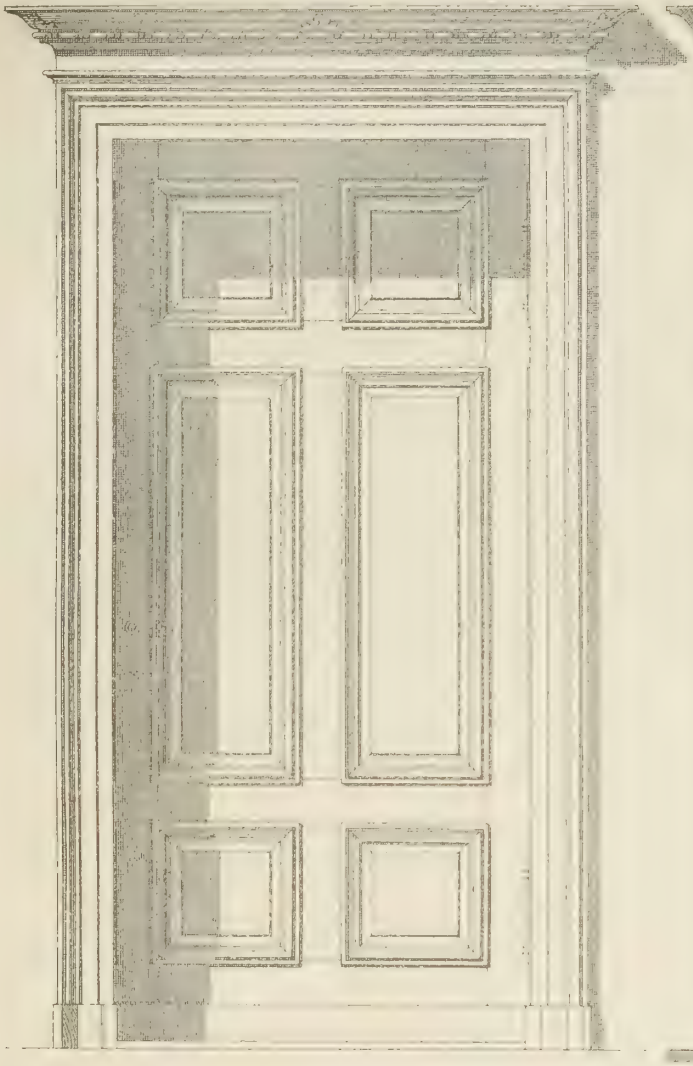
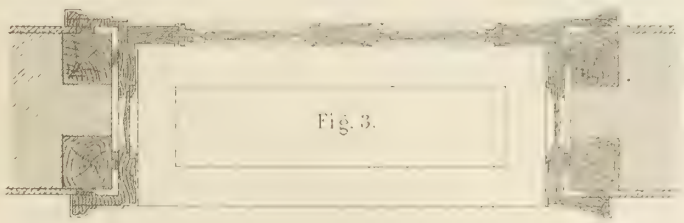


Fig. 2.

Fig. 3.



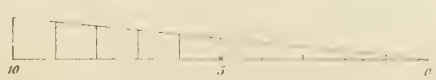
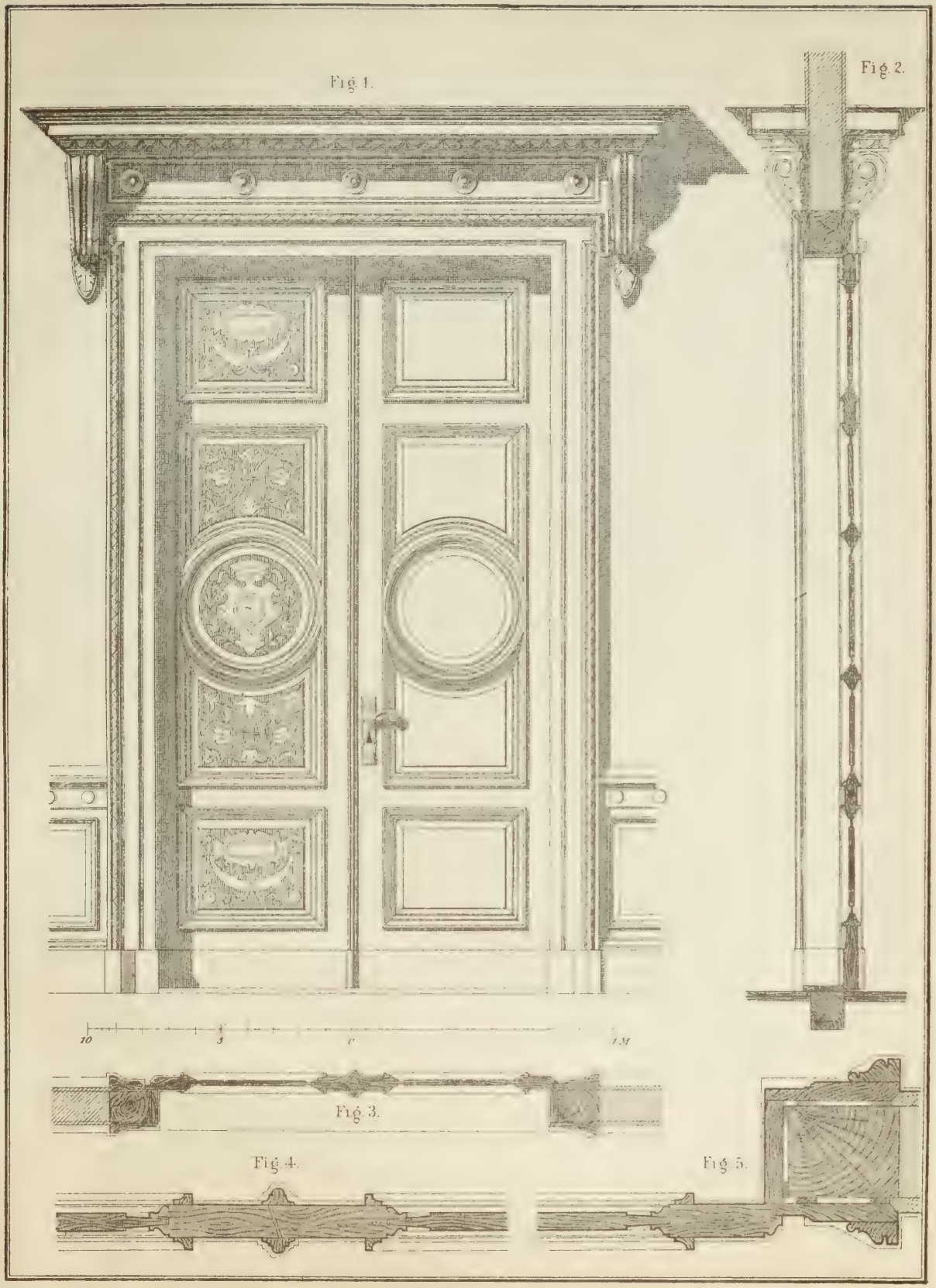


Fig. 4.



Breymann II Holz (5. Aufl.)
J. Moeckhardt's Verlag Leipzig

Fig. 1.

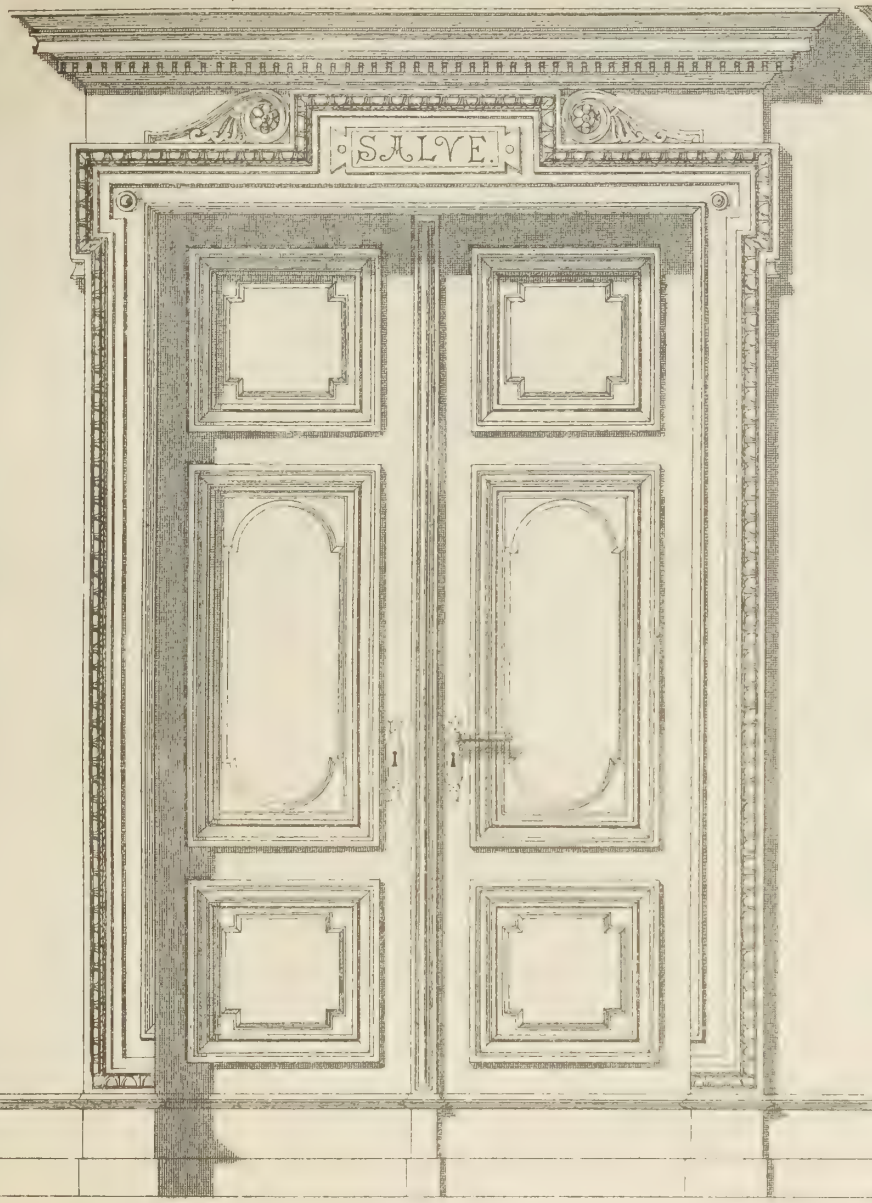


Fig. 2.

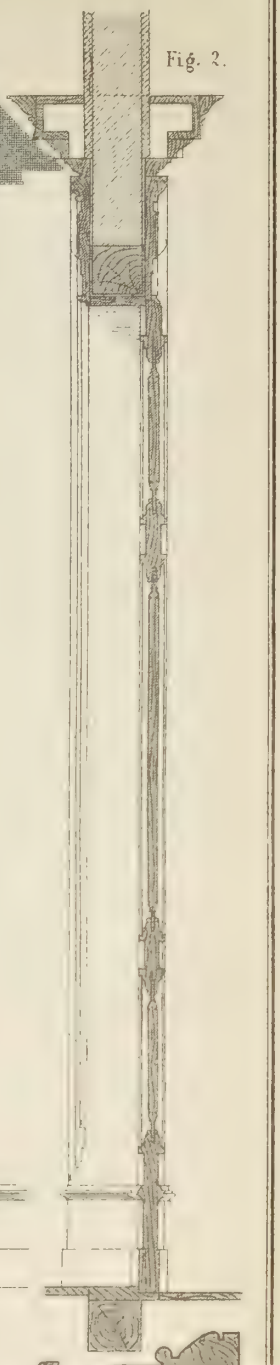


Fig. 3.

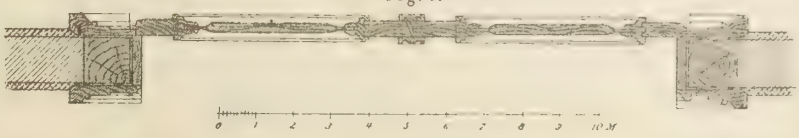


Fig. 4.

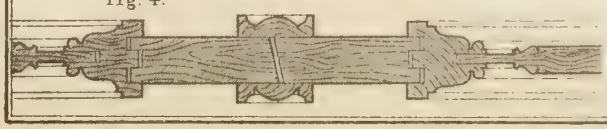
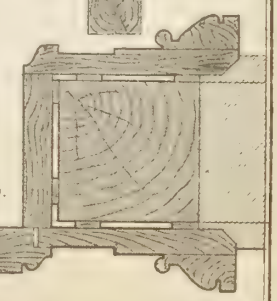
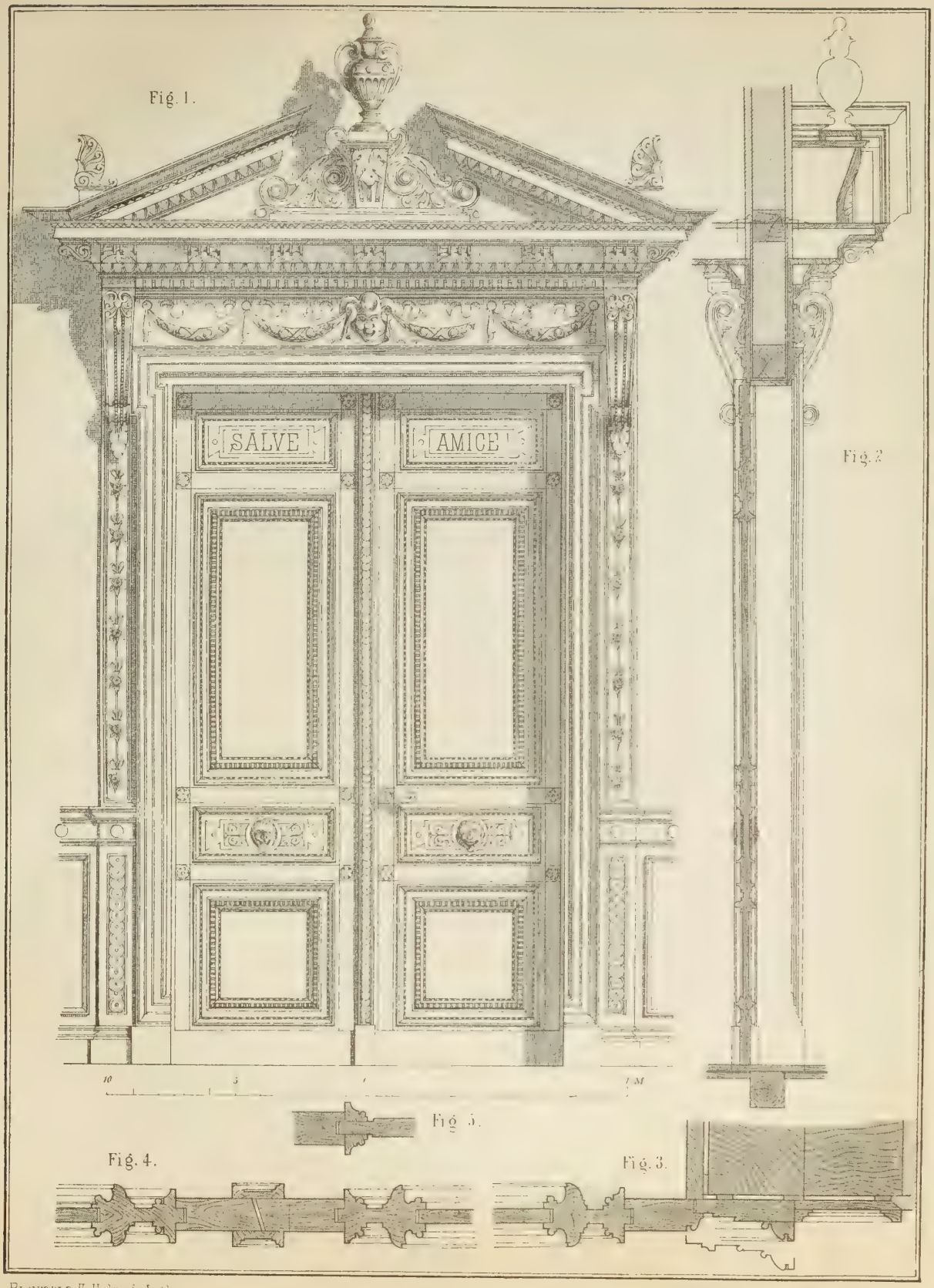


Fig. 5.





Breymann u. Holz. Anst.
J. M. Schnaroff's Verlag Leipzig

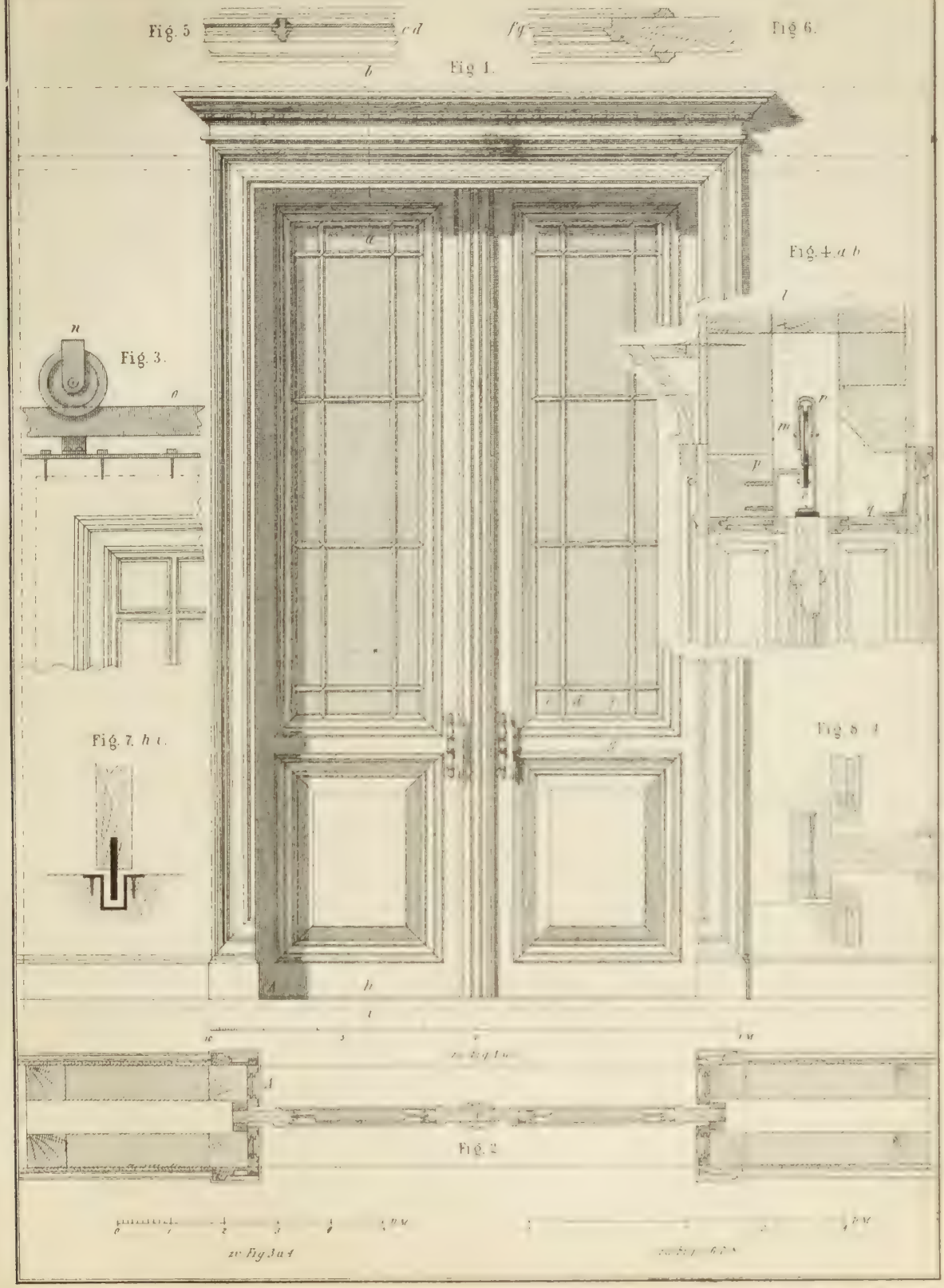
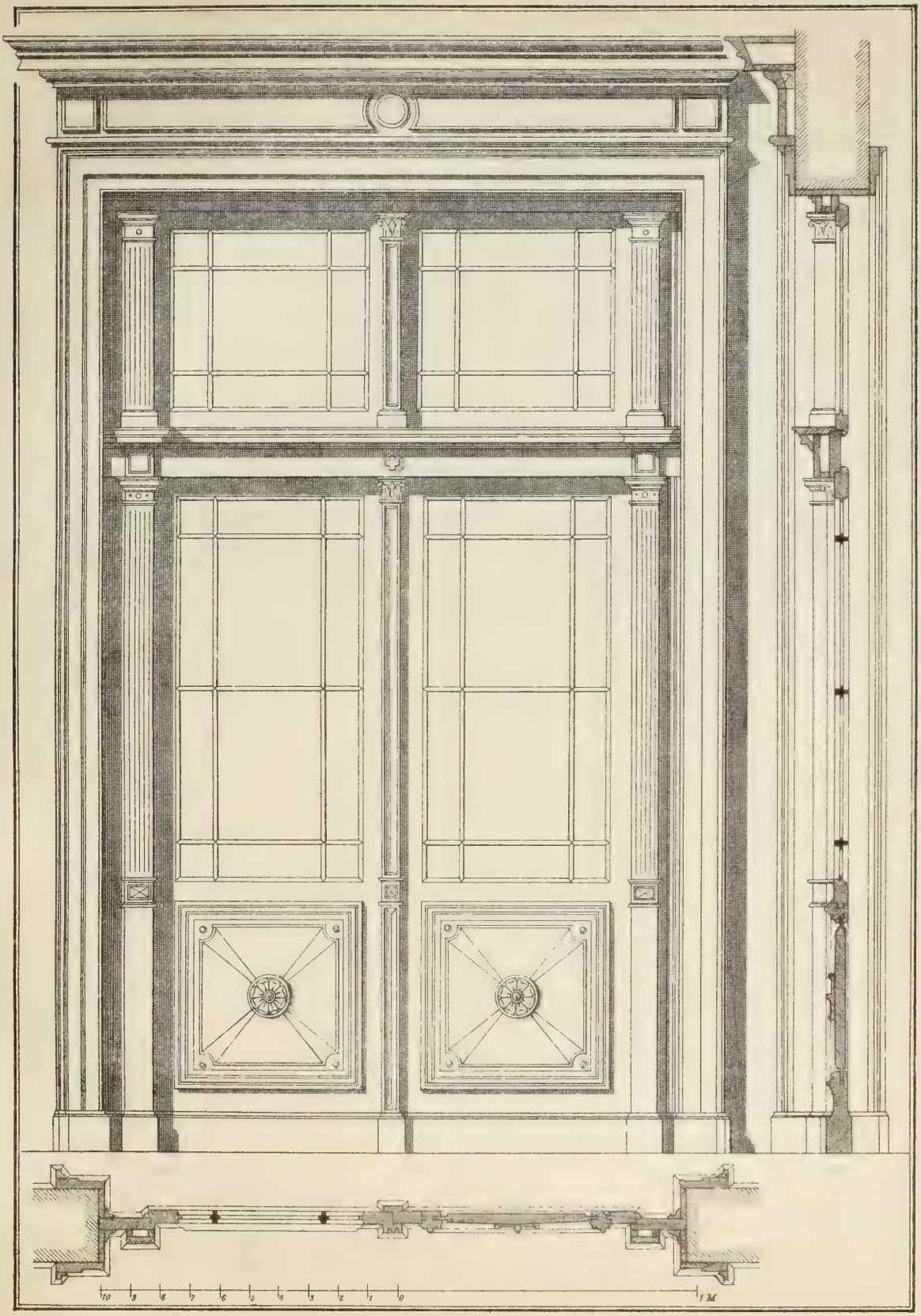


Fig. 5
Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 4. a b
Fig. 3.
Fig. 7. h i.
Fig. 8.
Fig. 2



Breymann II Holz · 5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Fig 1

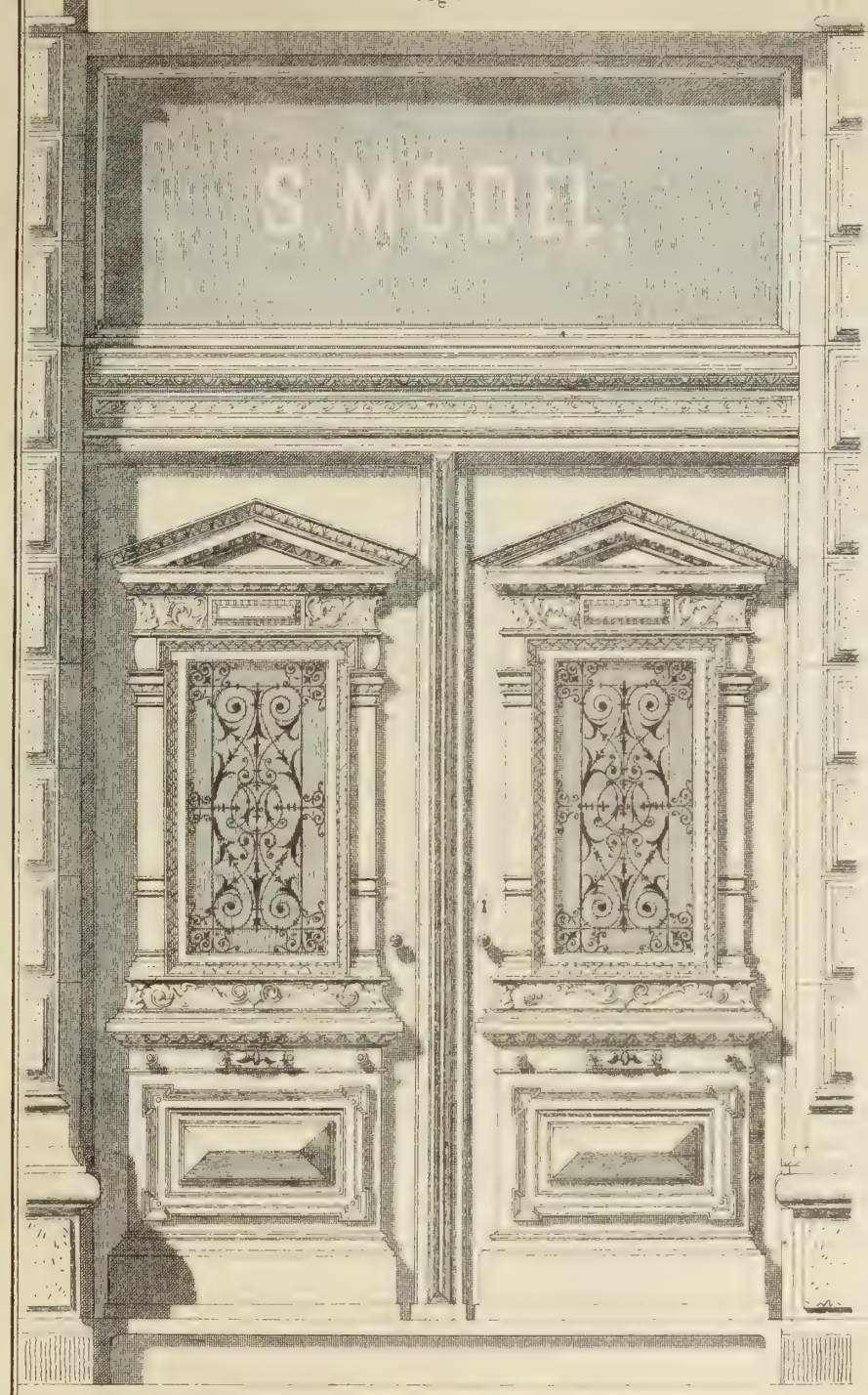
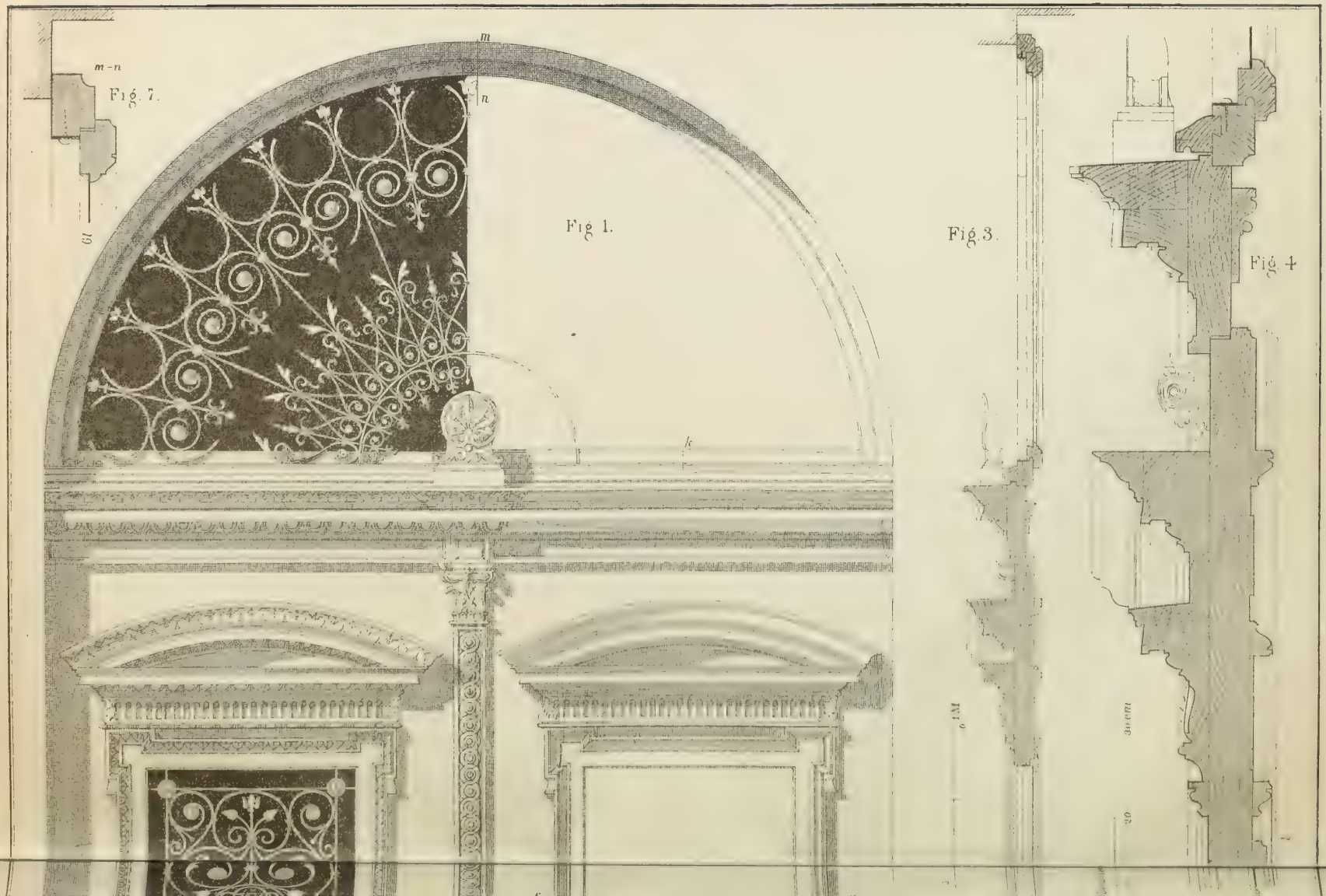
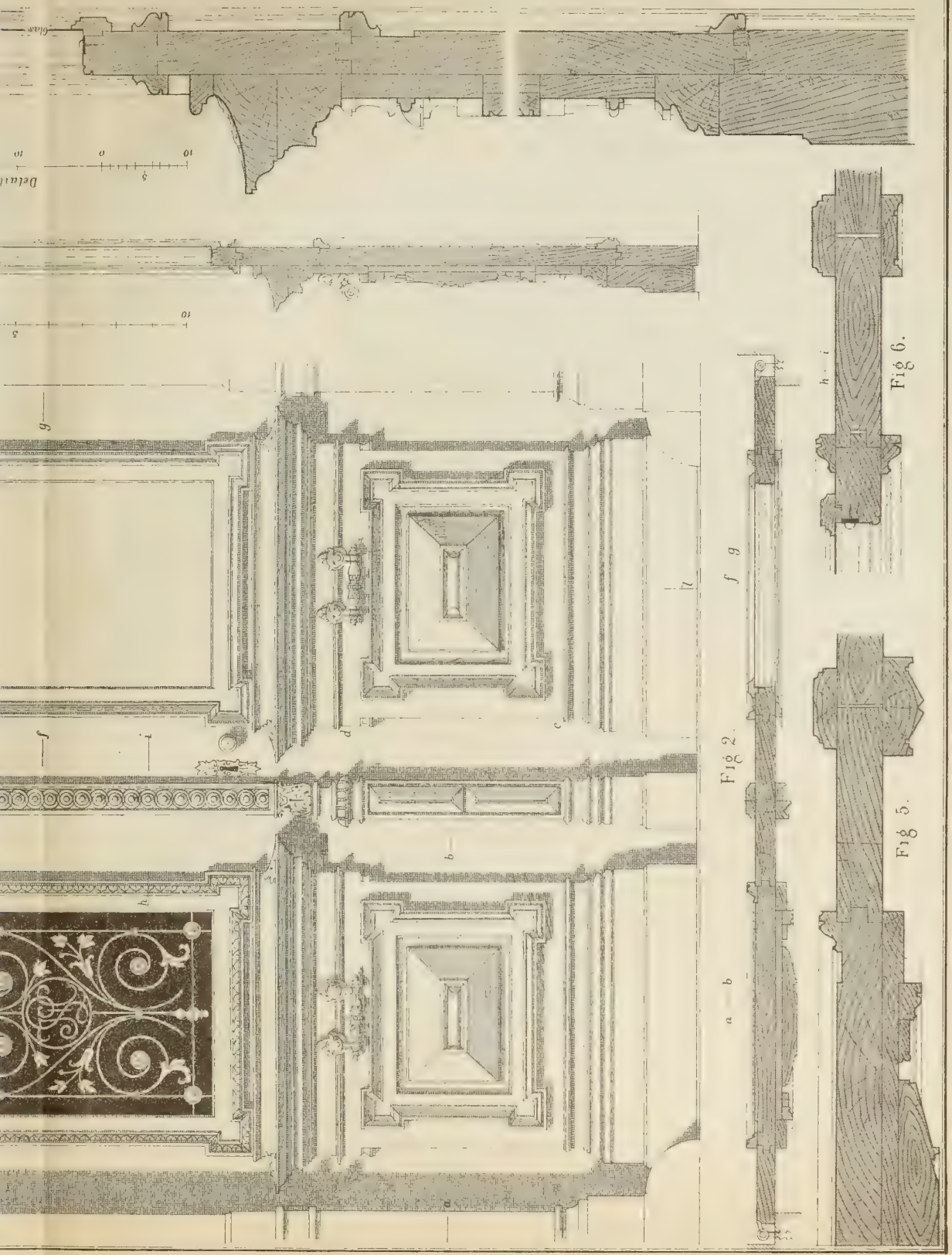


Fig 2.

Fig 3.

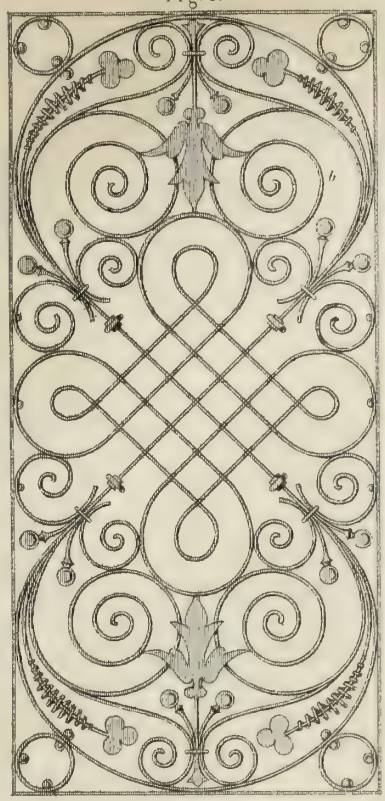
Ernst & Korn in Berlin.


m-n
Fig. 7.
m
n
Fig 1.
Fig. 3.
Fig. 4
0 1 M
30 cm
20



J M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.

Fig. 1.



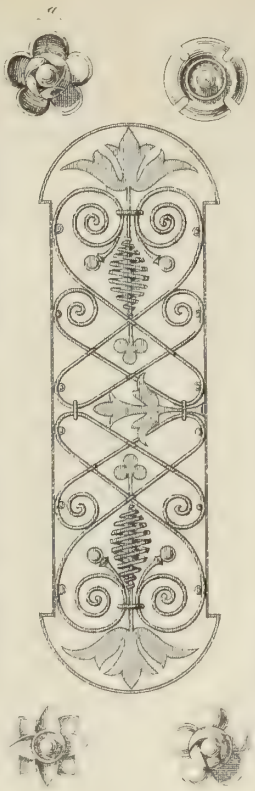
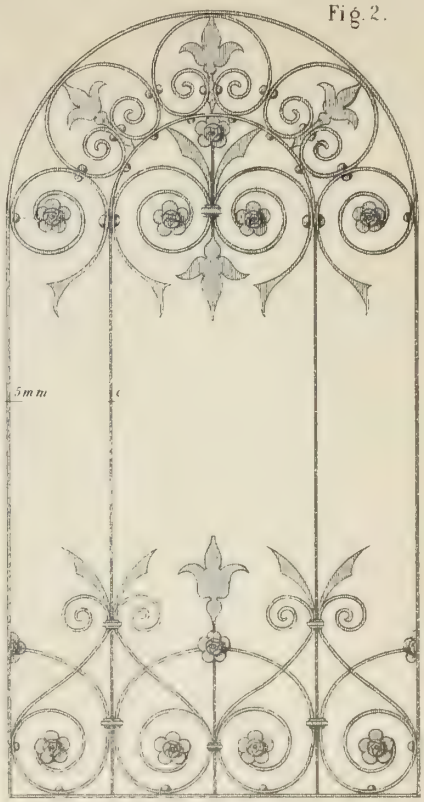
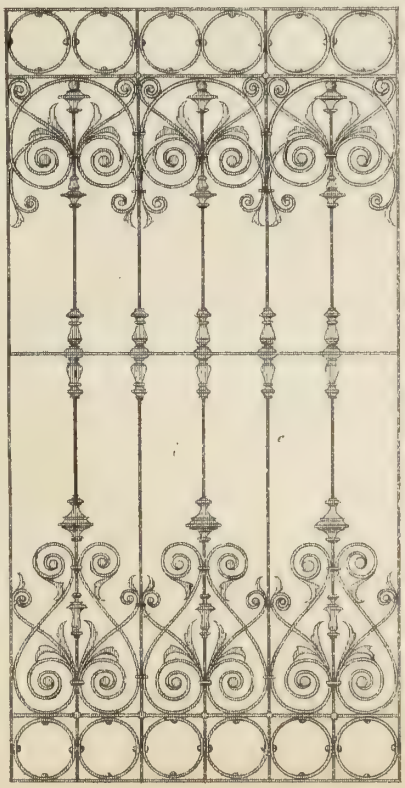


Fig. 2.





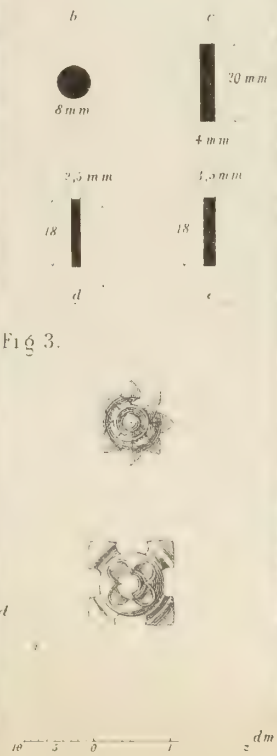


Fig. 3.

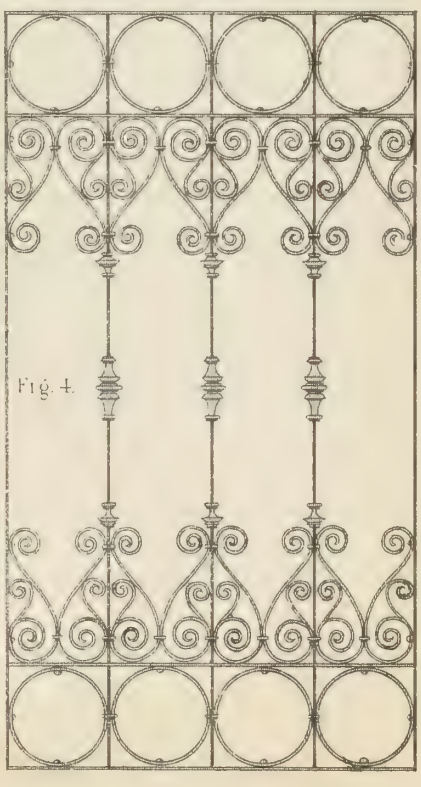
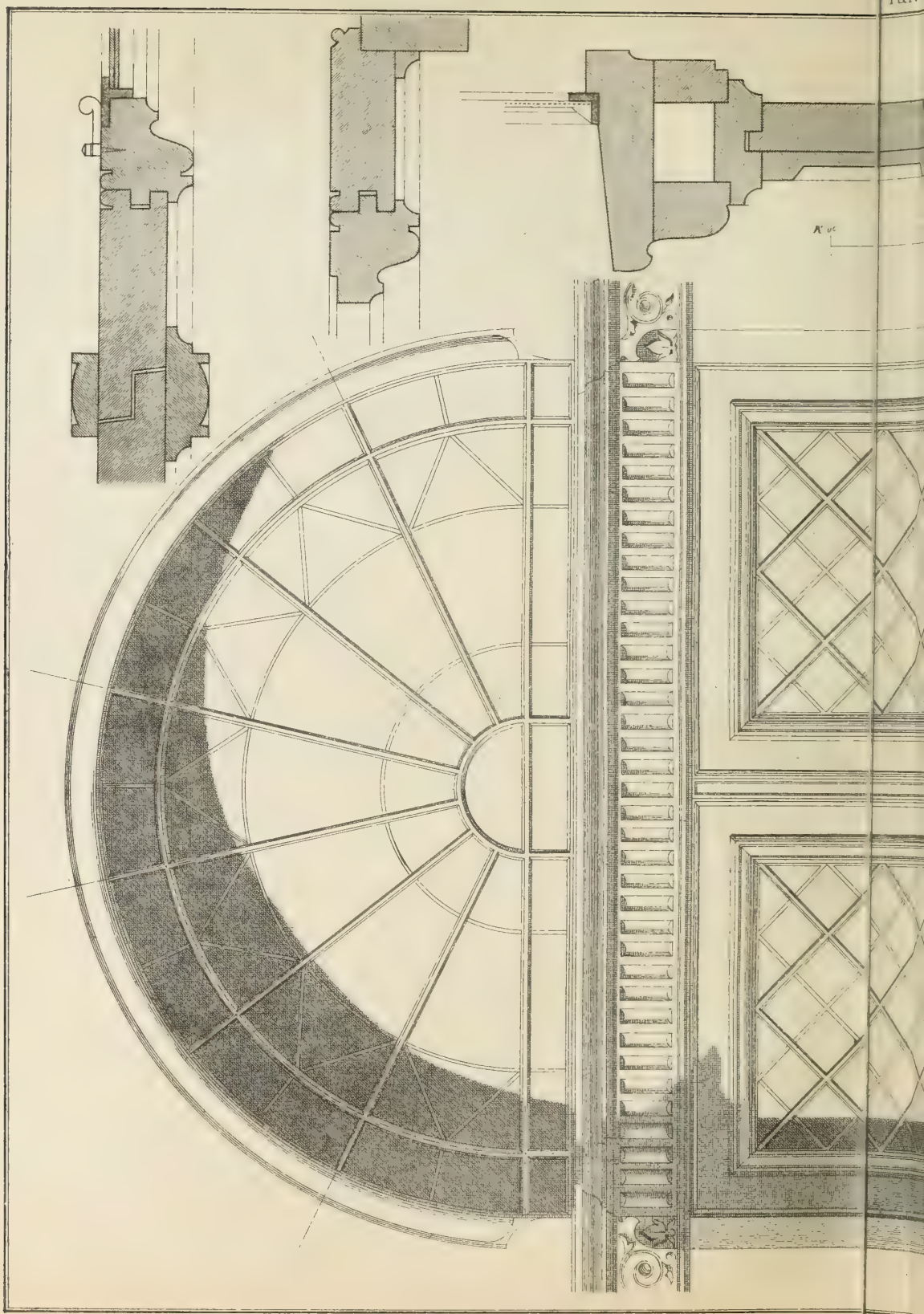


Fig. 4.

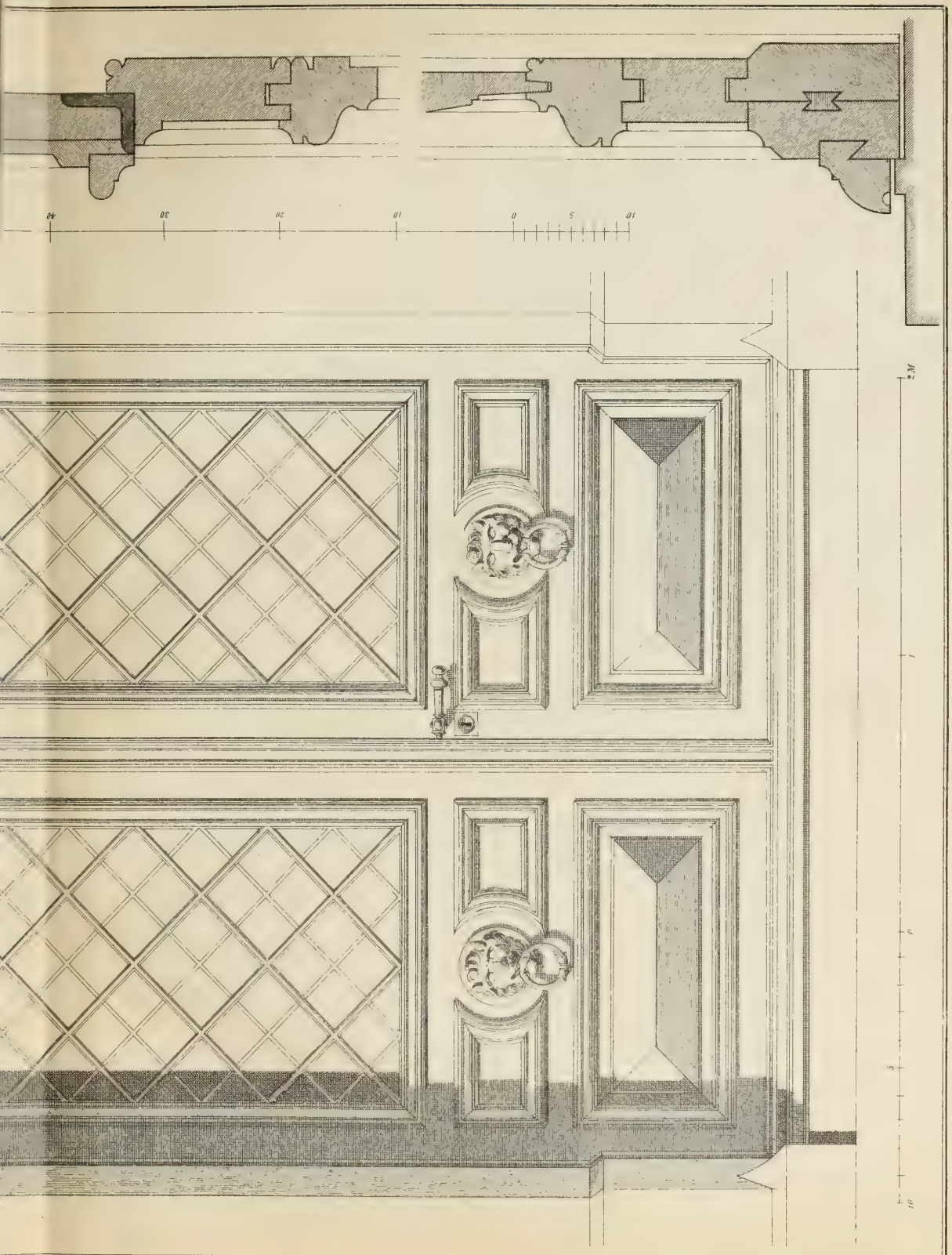
Breymann u. Hotz (5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

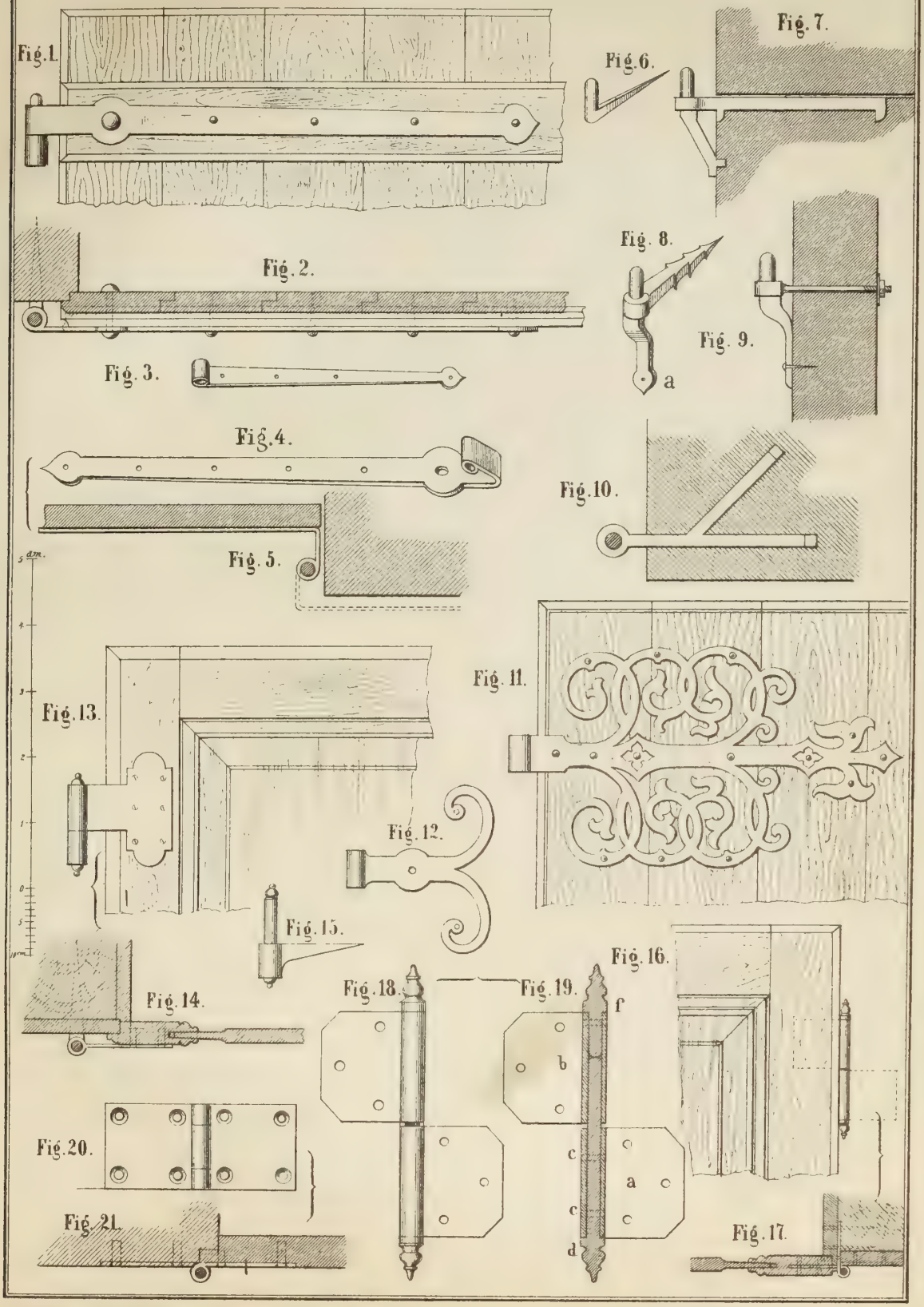


Breymann H. Holz. 5 Aufl.

Taf. 99.

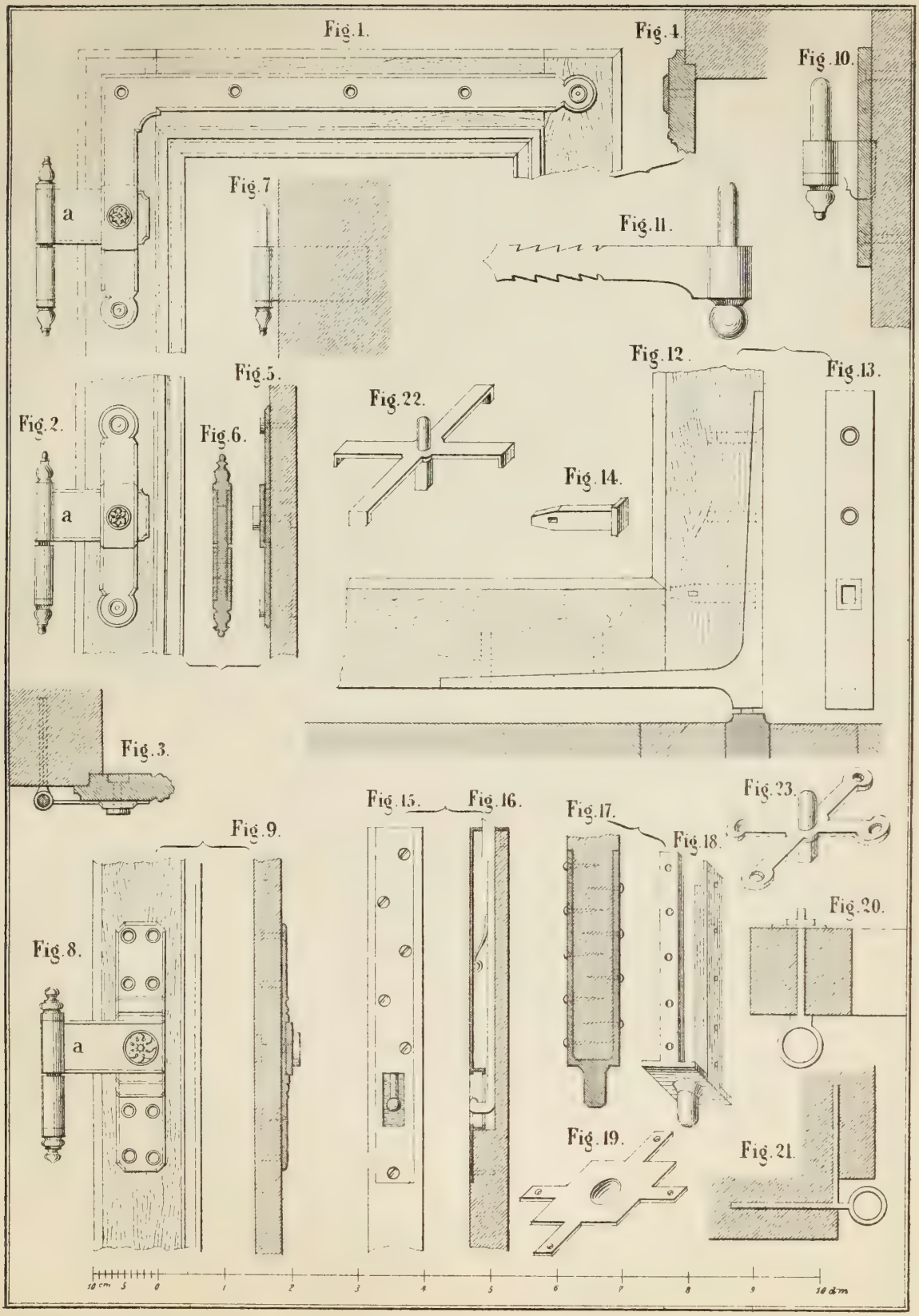


J M. Gebhardt's Verlag, Leipzig



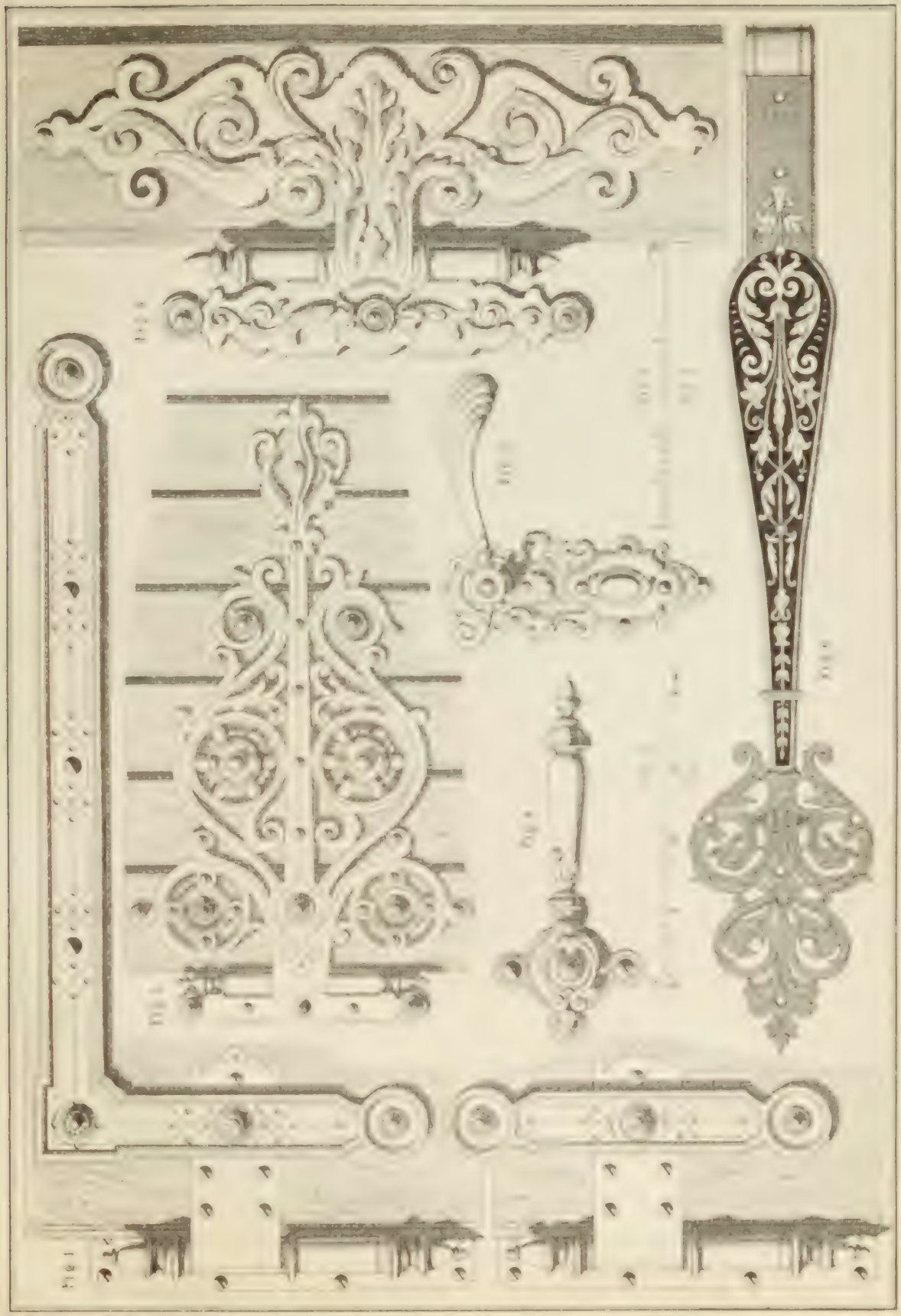
J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

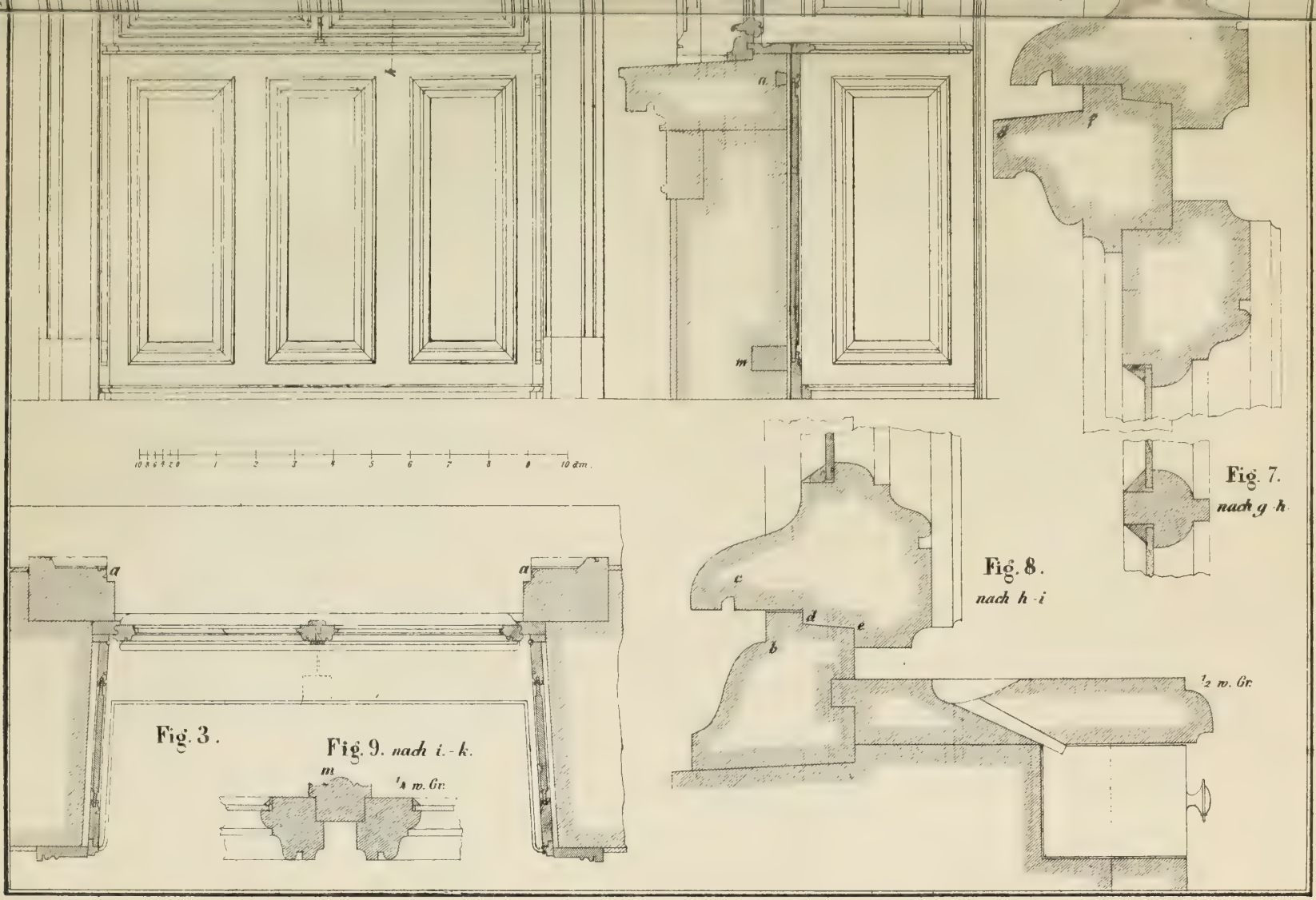
Taf. 101.



Breymann II Holz 15 Aufl.

J. M. Gebhardt's Verlag Leipzig





Breymann II Holz 5 Aufl.

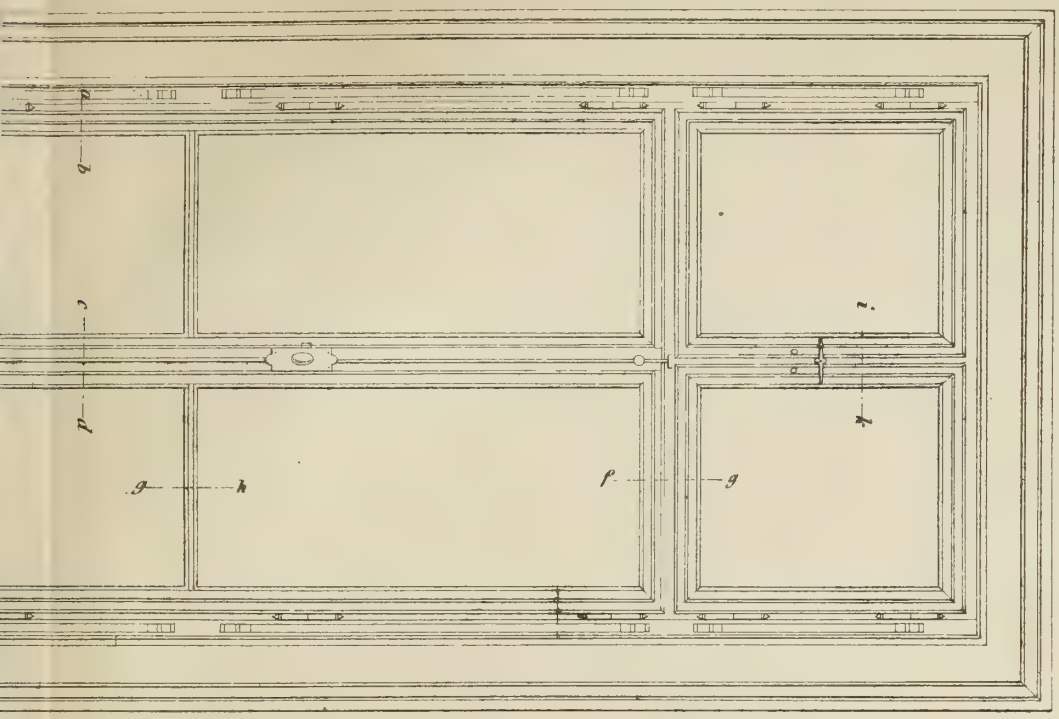


Fig. 1.

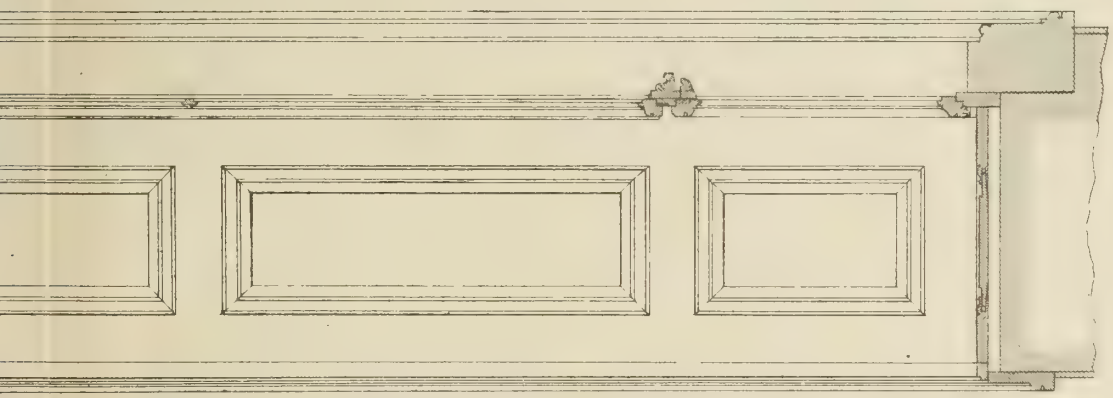


Fig. 2.

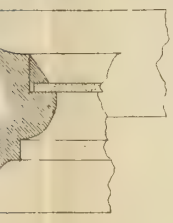


Fig. 6.
nach f g

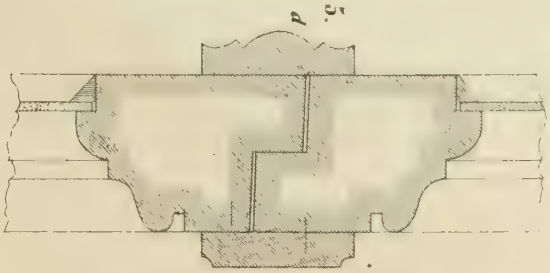


Fig. 5.
nach c d

Fig. 4.
nach a b.

Lith. Anstv. v. G. Fritzsche, Leipzig.

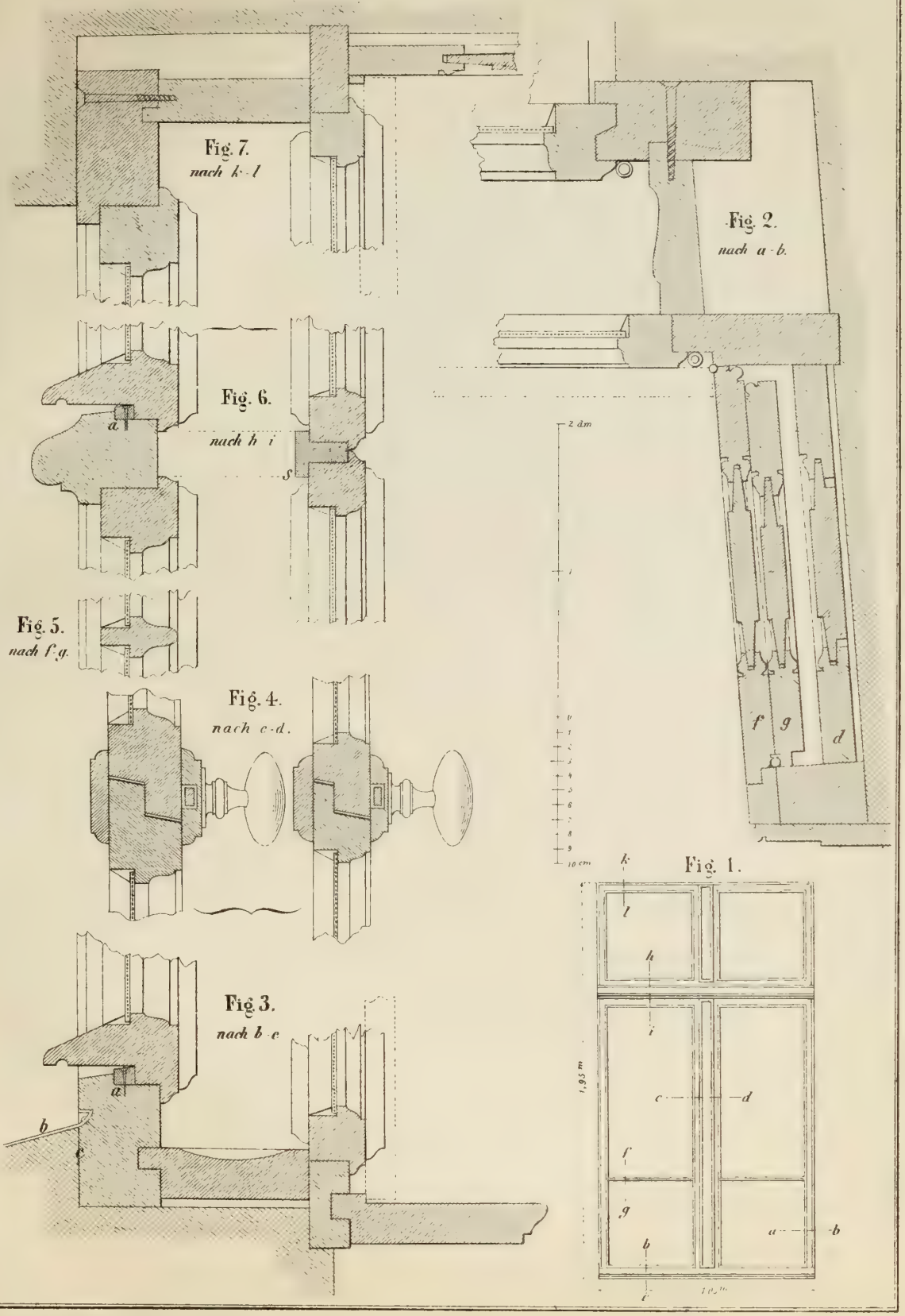


Fig. 7.
nach k-l
Fig. 2.
nach a-b.
Fig. 6.
nach h-i
a
g
Fig. 5.
nach f-g.
Fig. 4.
nach c-d.
Fig. 3.
nach b-c
a
b
c
2 dm
f
g
d
k
Fig. 1.
l
h
i
c
d
f
g
a
b
1,95 m

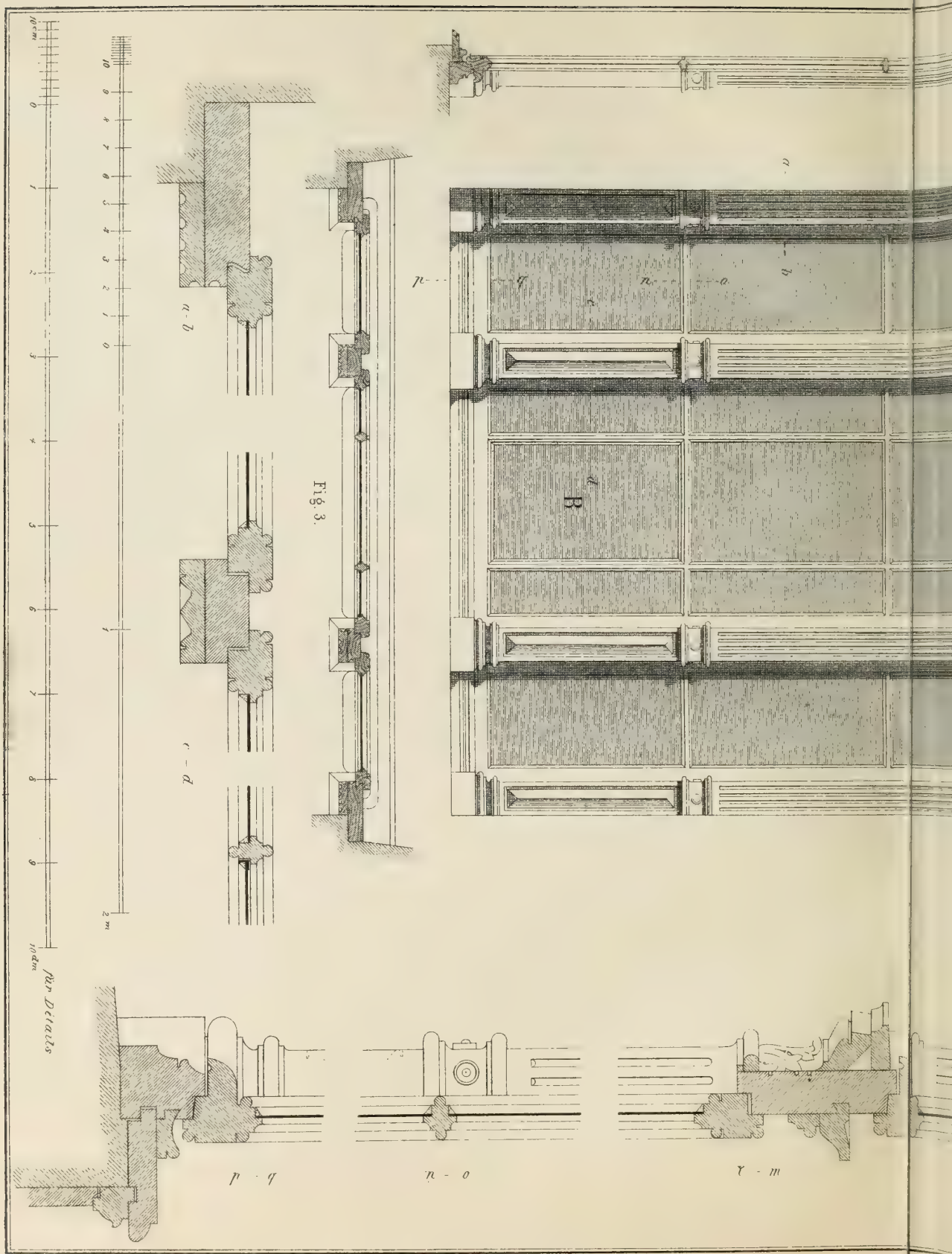


Fig. 3.
a - b
c - d
p - q
n - o
r - m
B
für Details

Fig. 2.

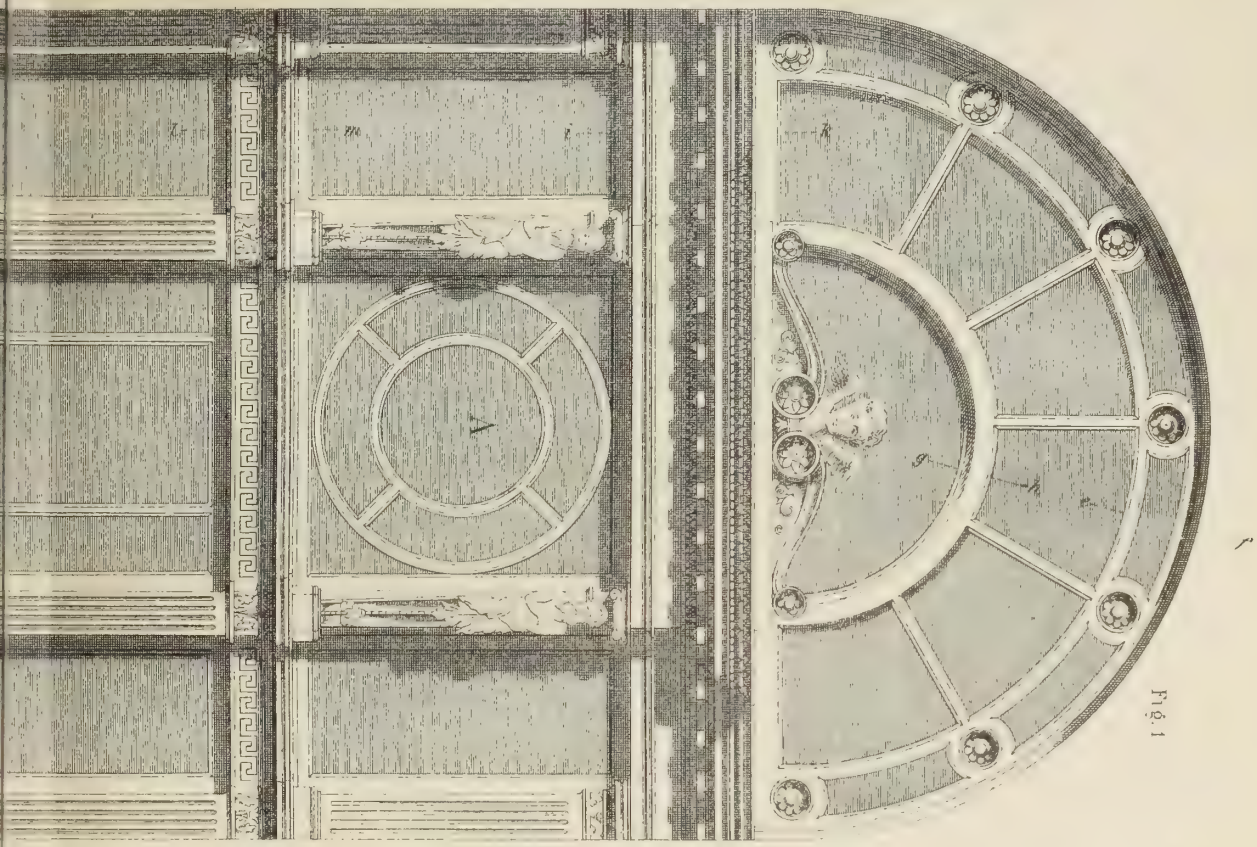
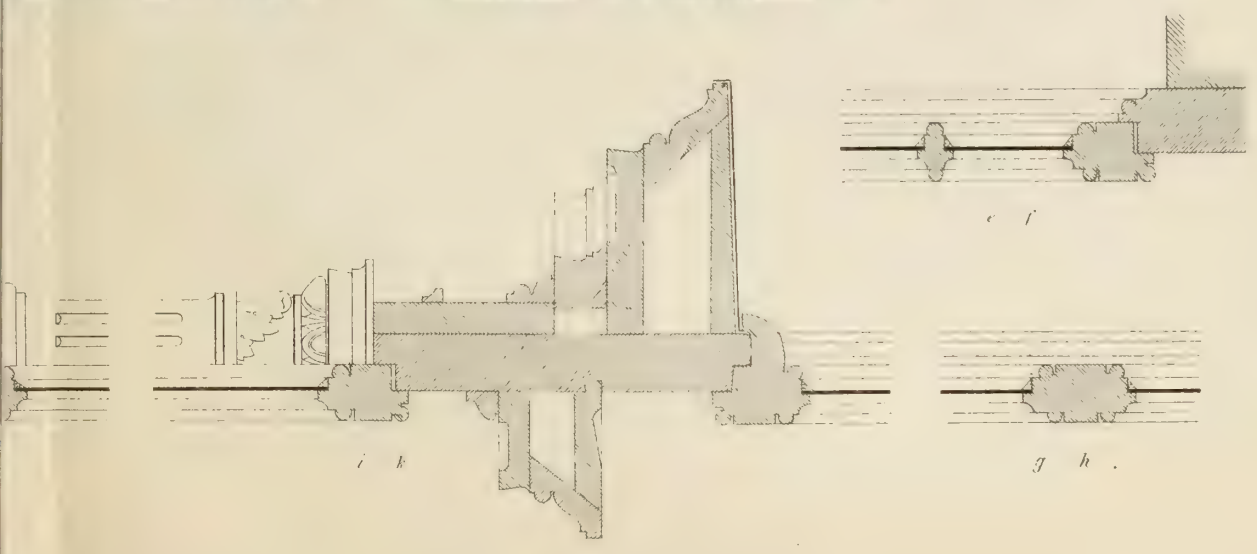


Fig. 1

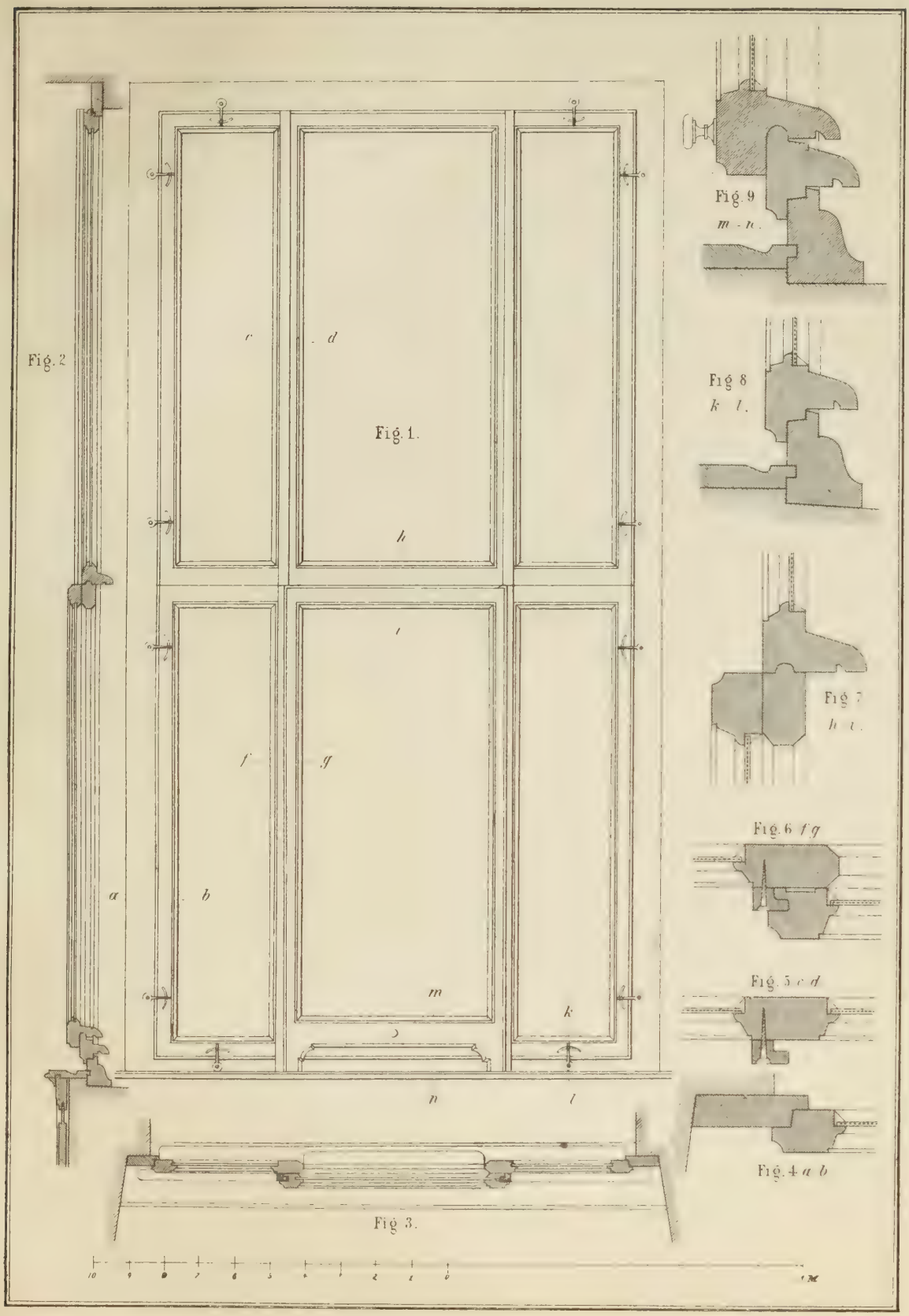


e f

i k

g h .

J.M. Gebhardt's Verlag, Leipzig.



Brevmann & Hol. Aufl.
Lith. Anst. v. Fr. Leipzig

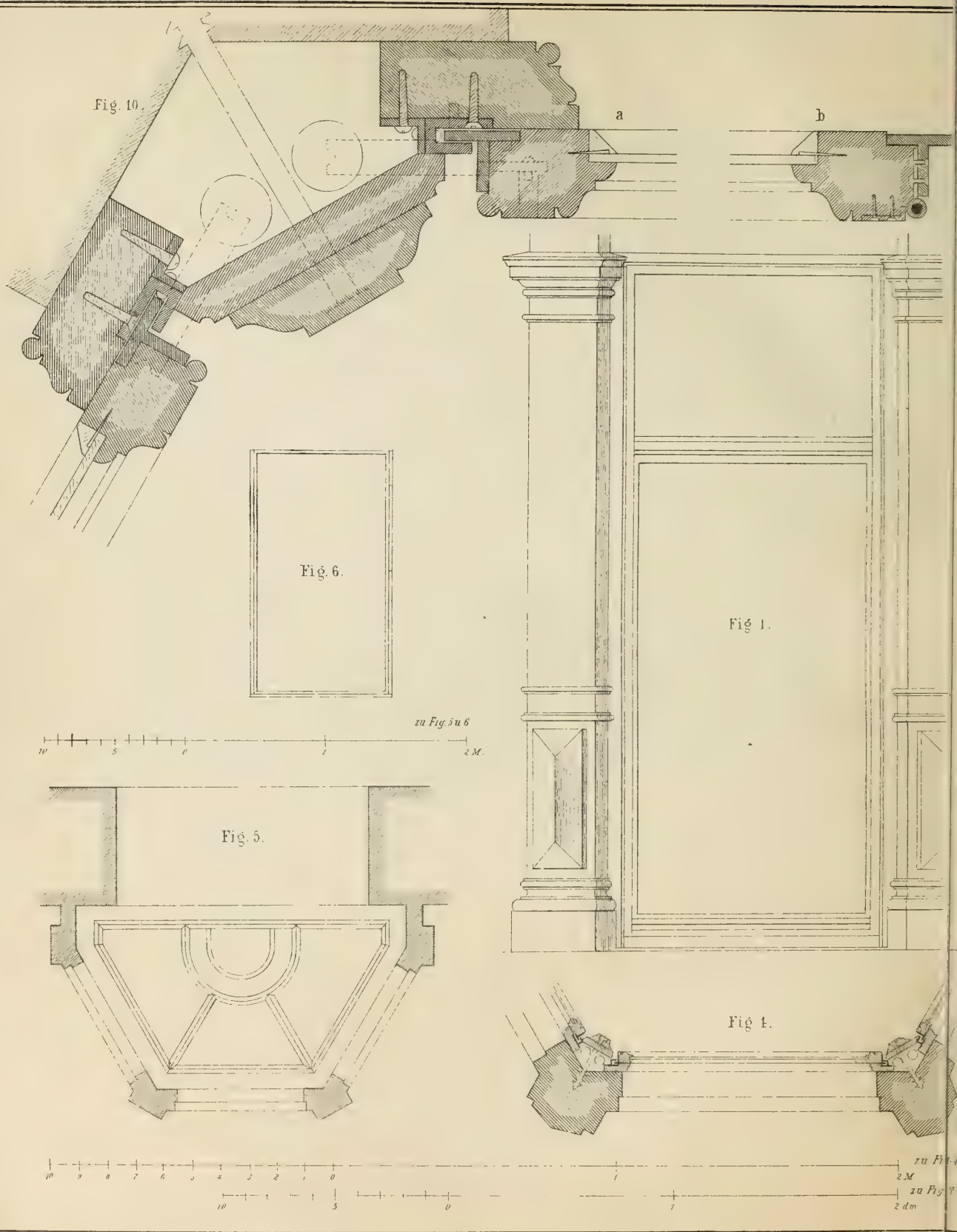


Fig. 10.
a
b
Fig. 6.
Fig. 1.
zu Fig. 5 u 6
10 5 0 1 2 M.
Fig. 5.
Fig. 4.
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 M
10 5 0 1 2 dm

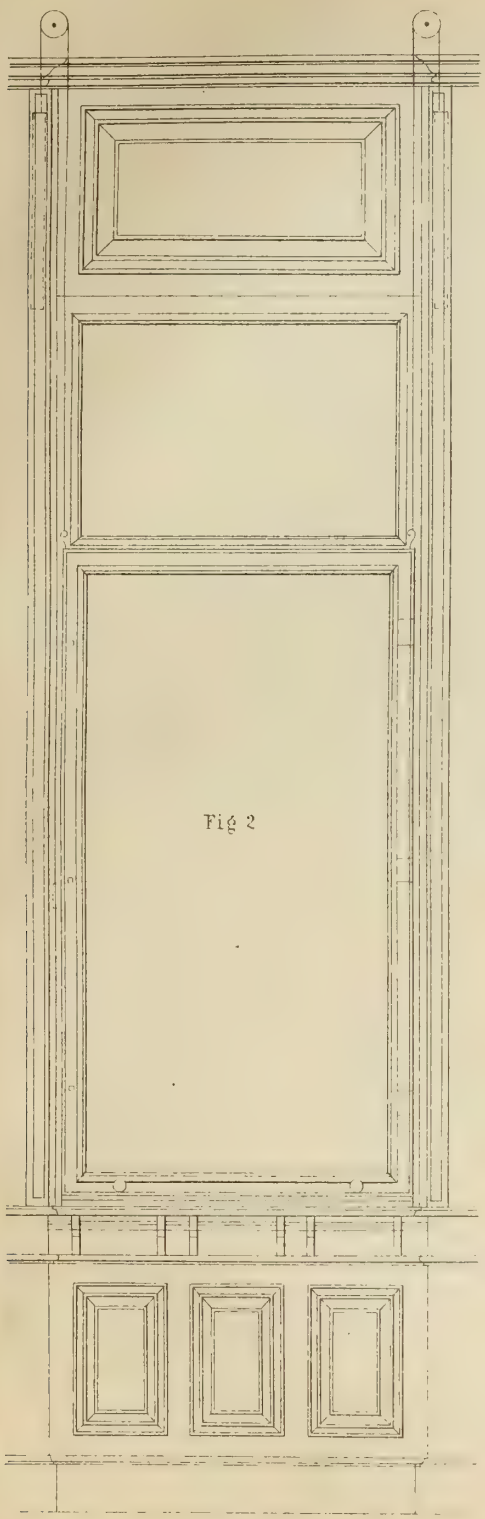


Fig 2

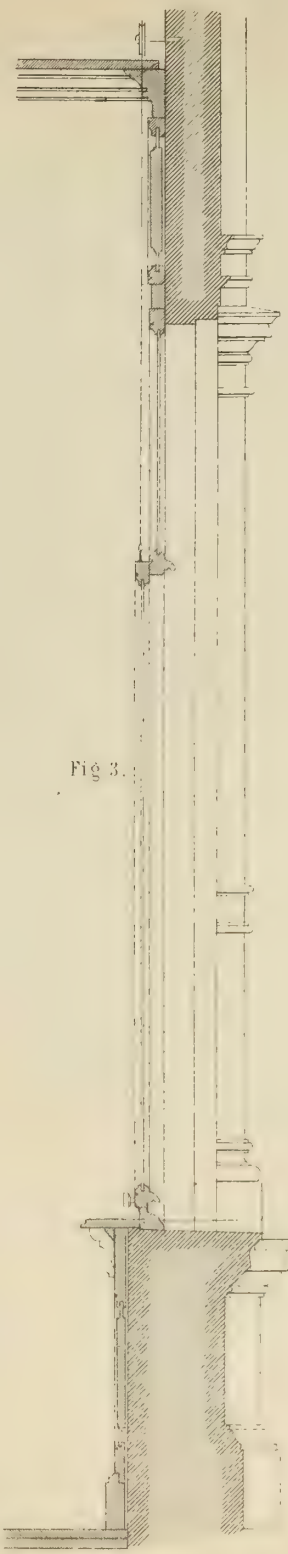


Fig 3.

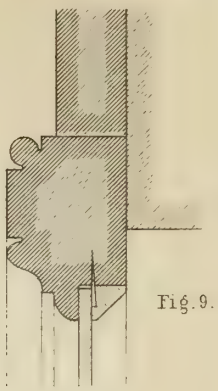


Fig. 9.

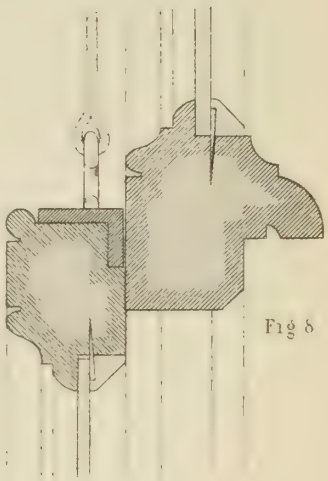


Fig 8

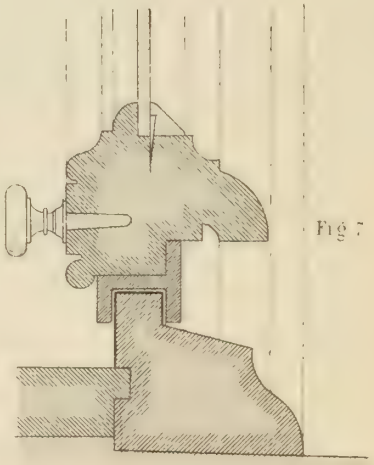


Fig 7

J M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

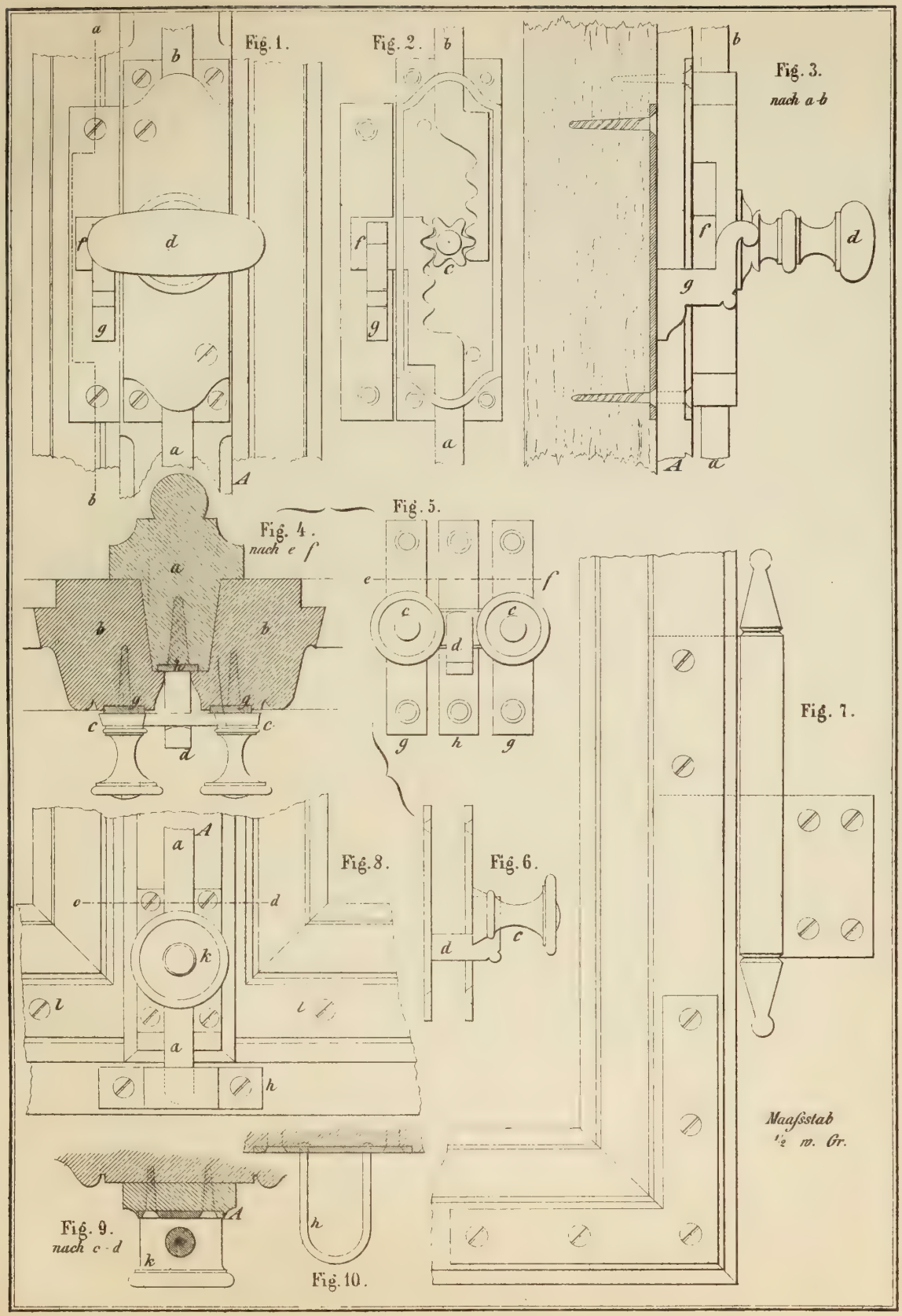
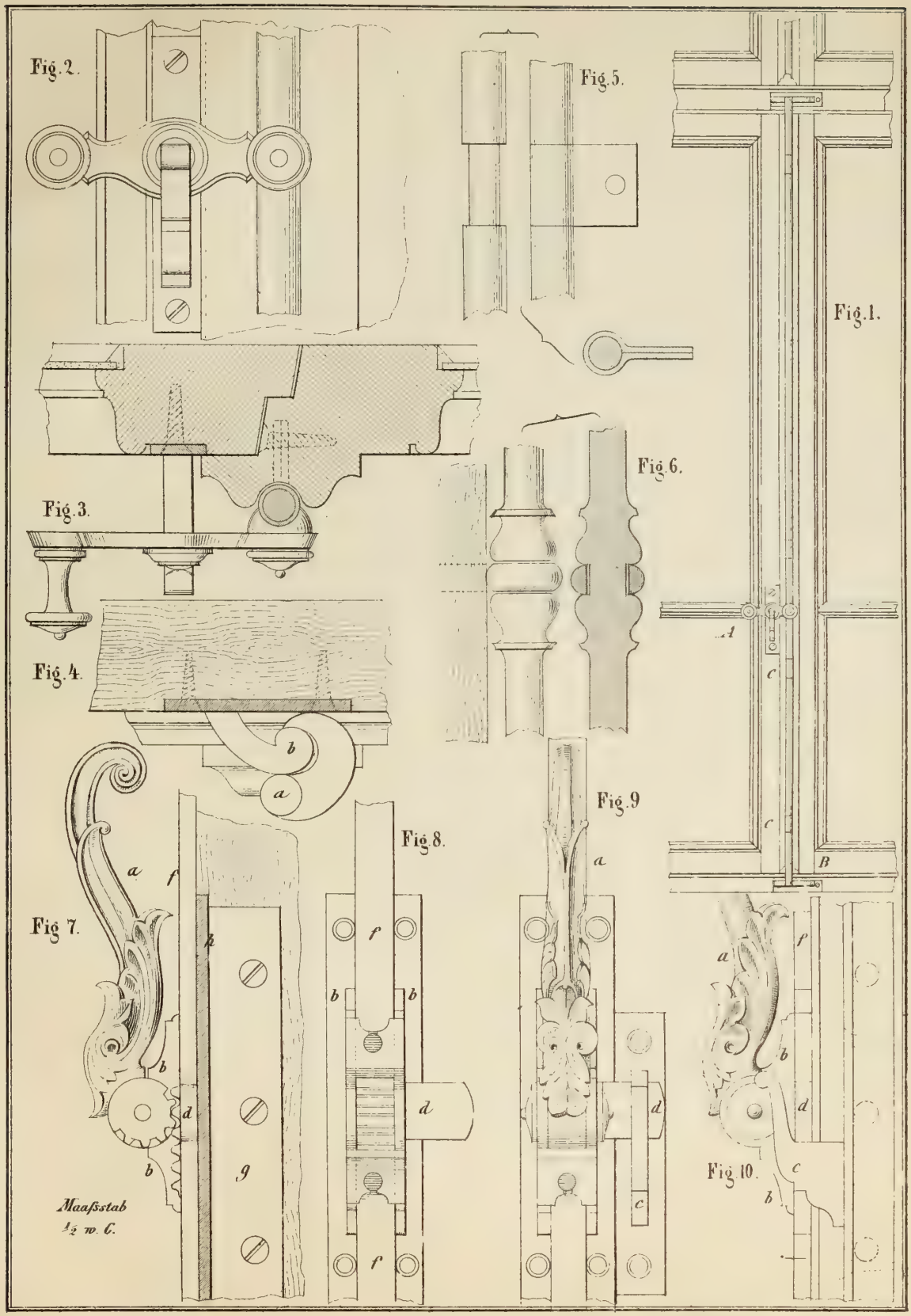


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
nach a-b
Fig. 4.
nach e f
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
nach c-d
Fig. 10.
Maafsstab
½ n. Gr.



J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Fig. 1.

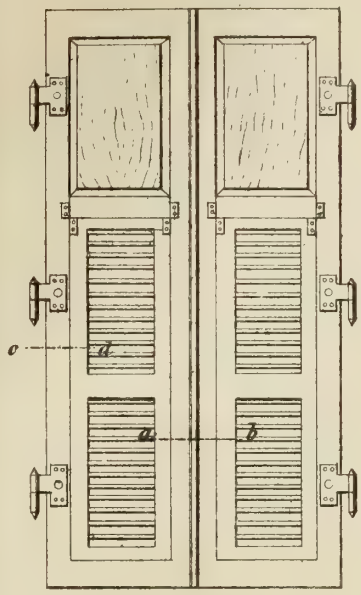


Fig. 3.

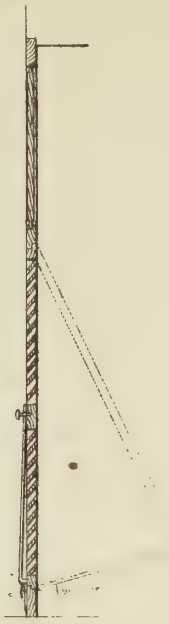
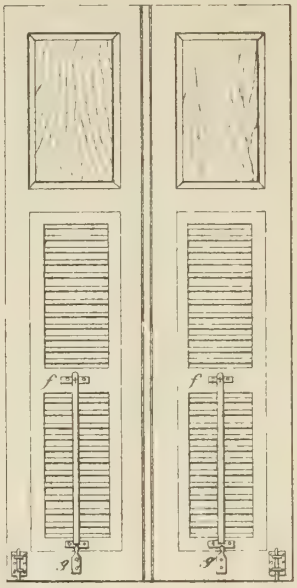


Fig. 2.



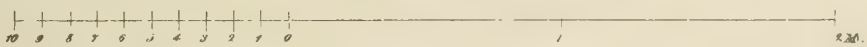


Fig. 4. *nach c-d*

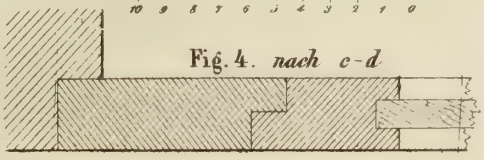


Fig. 5. *nach a b*

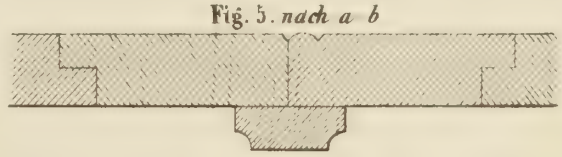


Fig. 6. *nach a-b (ohne Schlagleiste.)*

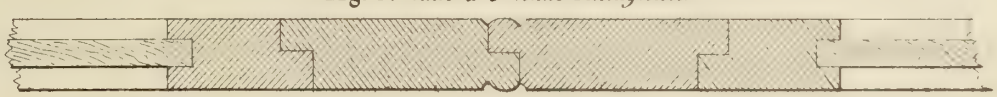


Fig. 8. *Beschläg bei g (Fig. 2.)*

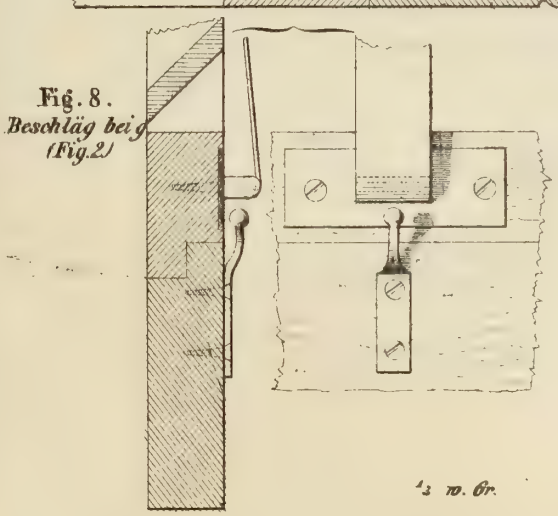
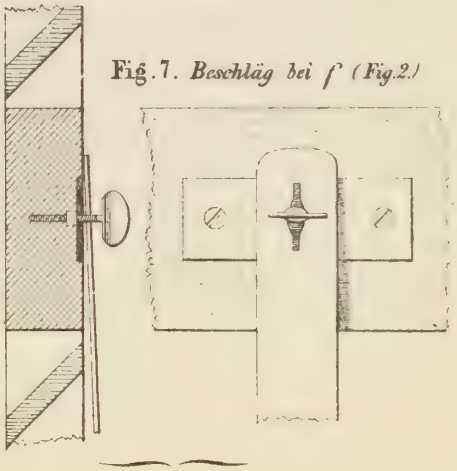


Fig. 7. *Beschläg bei f (Fig. 2.)*



1/3 w. Gr.

Lith. Anst. v. J. G. Fritzsche Leipzig

Taf. III.

Fig. 1.

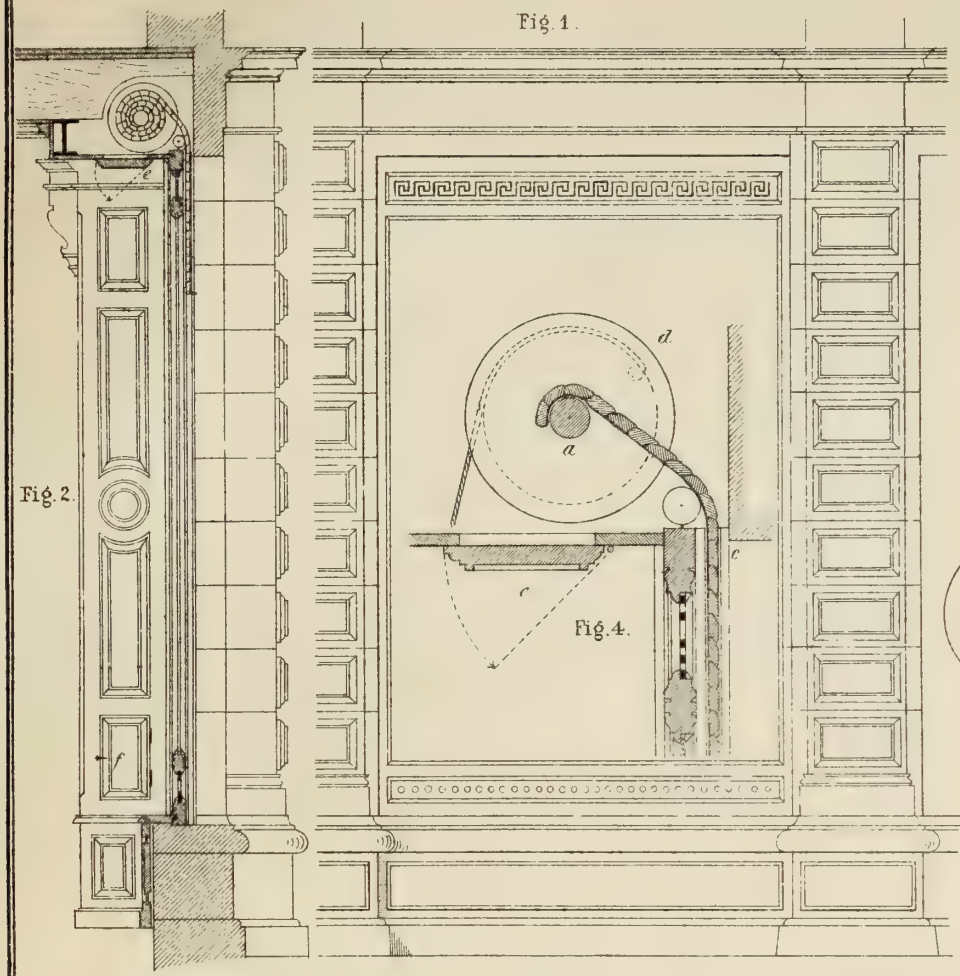


Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 8.

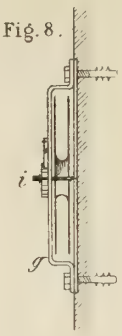


Fig. 9.

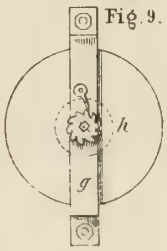
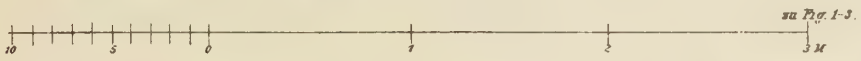


Fig. 5



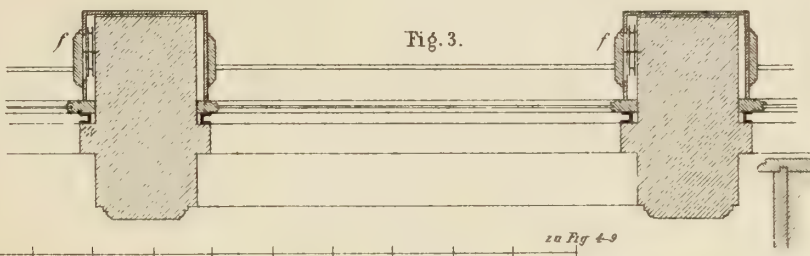


Fig. 3.

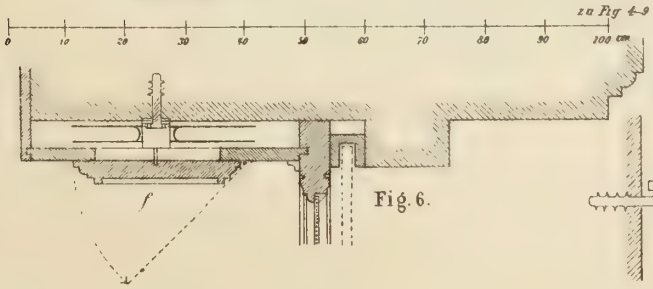


Fig. 6.

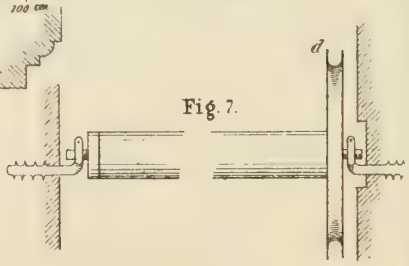


Fig. 7.

Breymann II Holz (5 Aufl.)

J. M. Gebhardt's Verlag, Leipzig

Taf. 112.

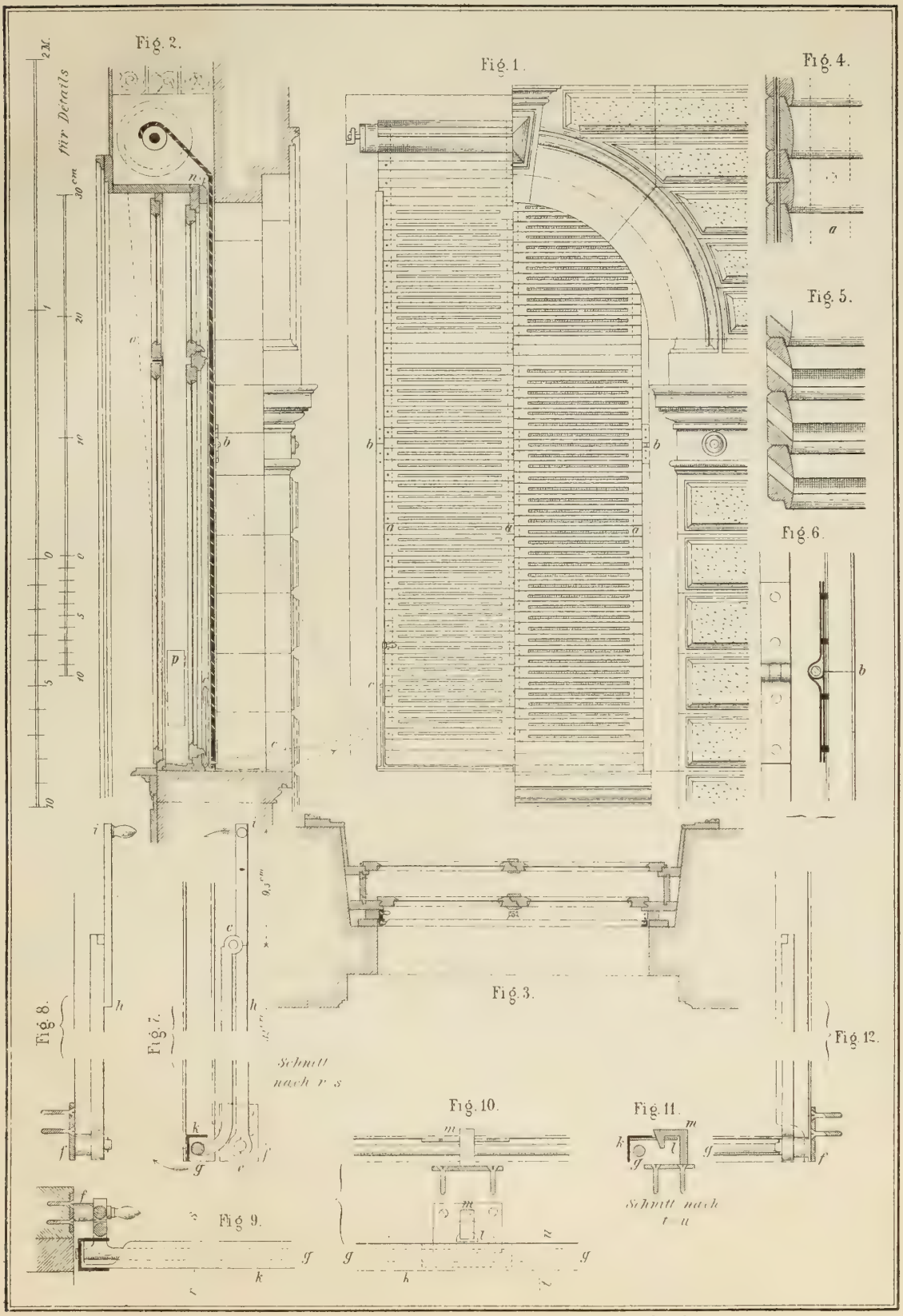


Fig. 2.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 3.
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 12.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 9.
Schnitt nach r s
Schnitt nach t u
für Details

Taf. 113.

Fig. 1.

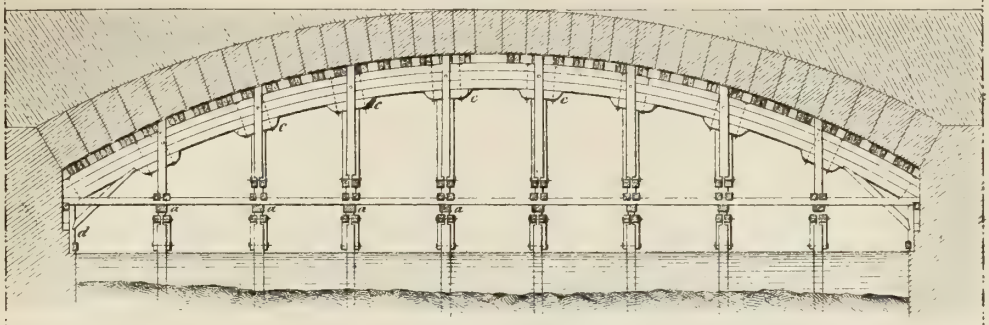


Fig. 2.

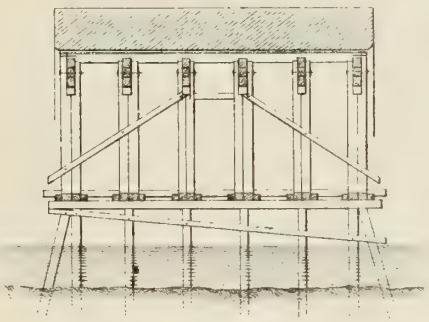


Fig. 3.

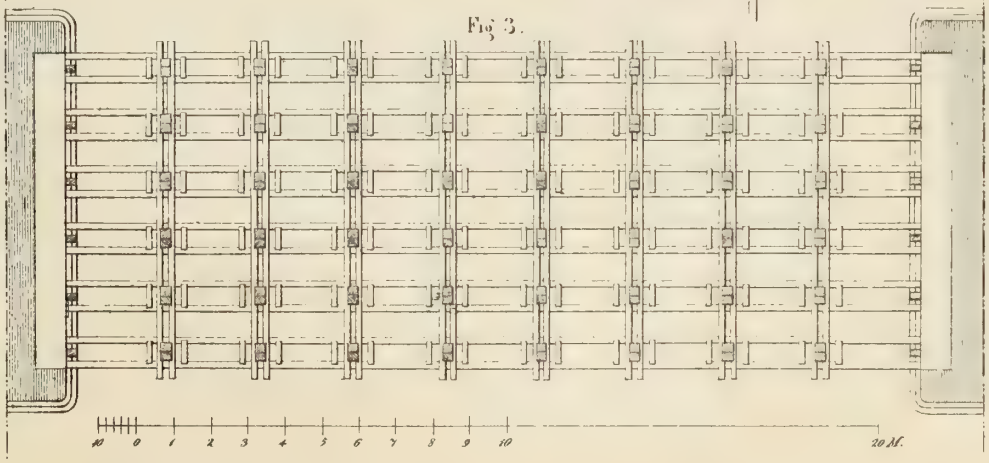


Fig. 4.

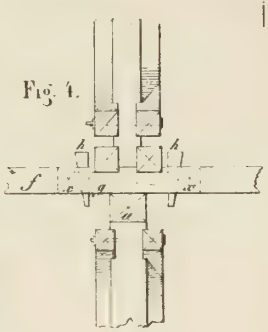


Fig. 5.

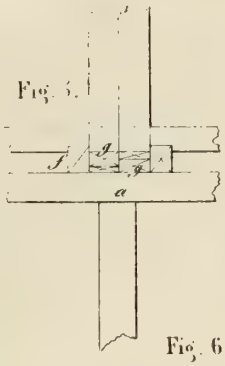


Fig. 6.

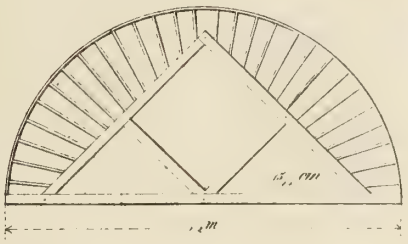


Fig. 7.

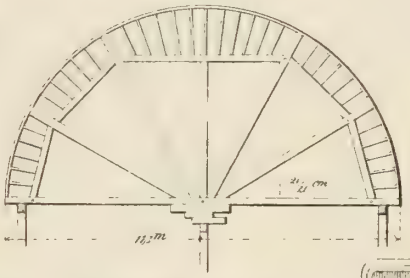


Fig. 8.

Fig. 1.

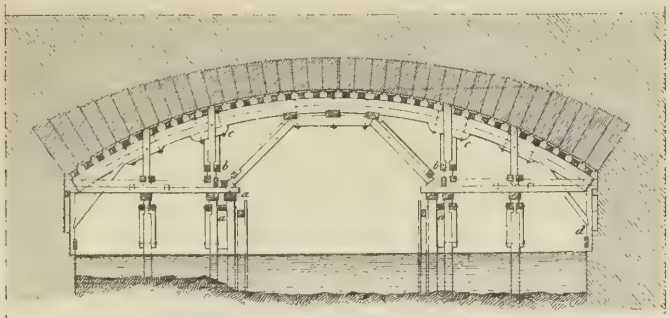


Fig. 2.

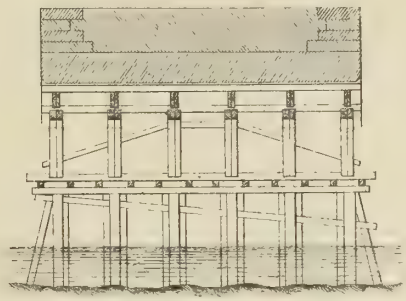


Fig. 5

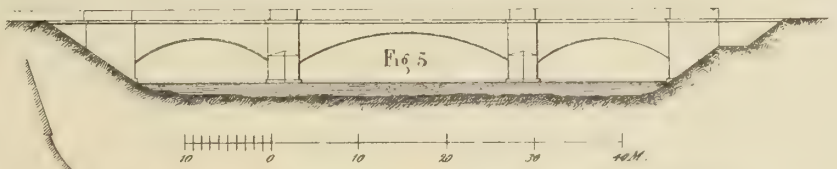


Fig. 4

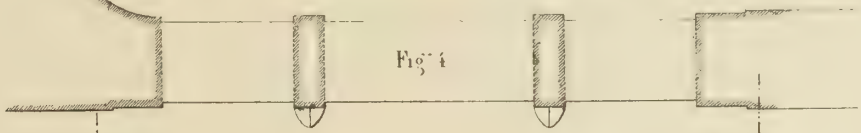
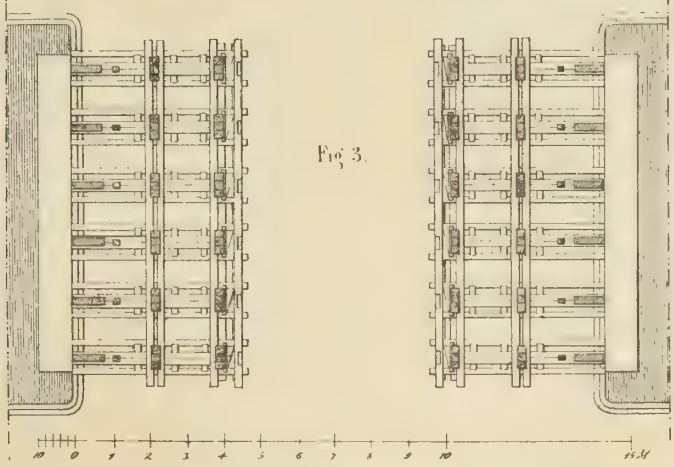


Fig. 3.



Lith. Anst. v. J. G. Pritzsche Leipzig

Taf. 115.

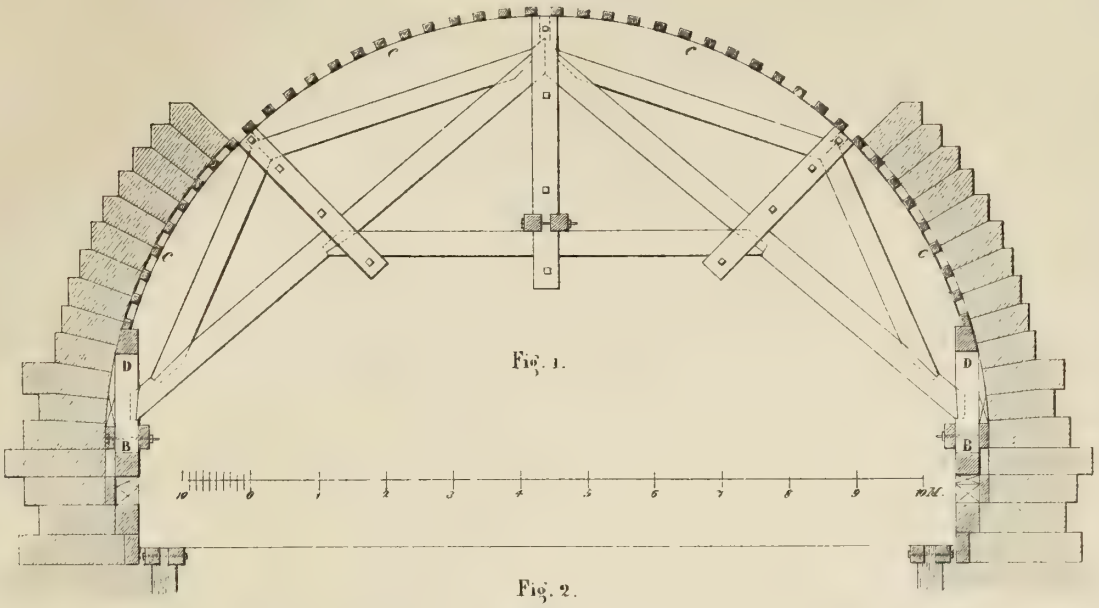
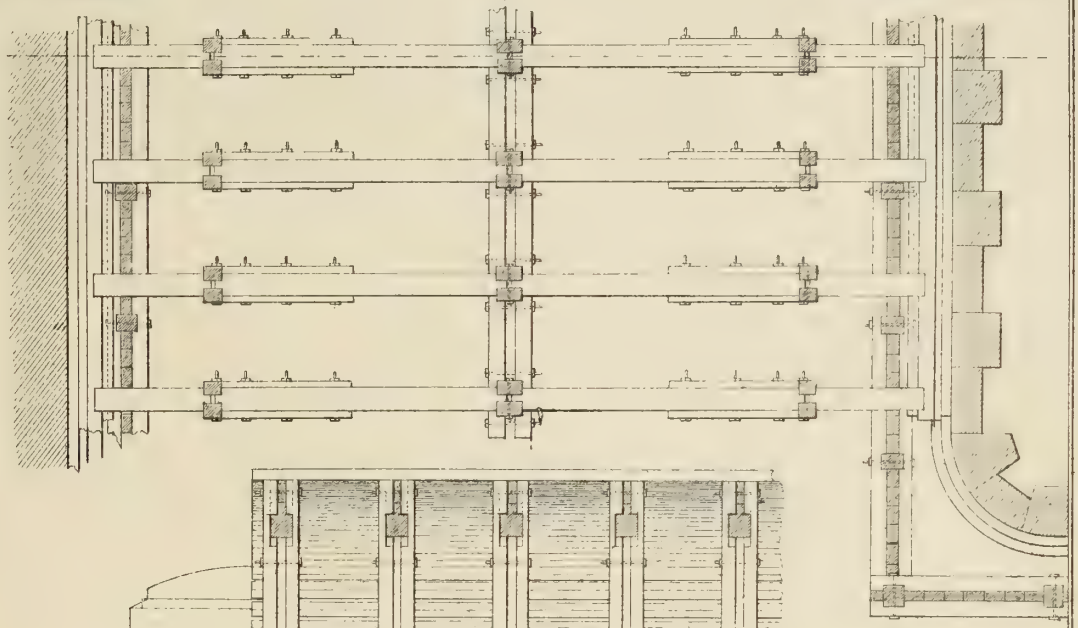


Fig. 1.

Fig. 2.



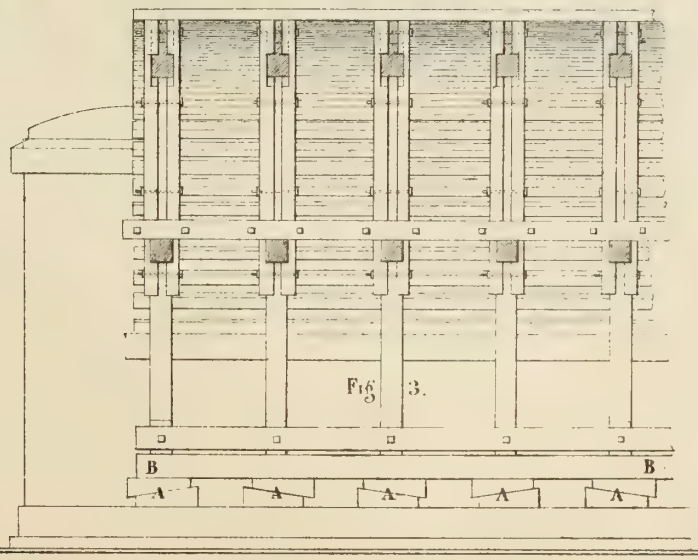
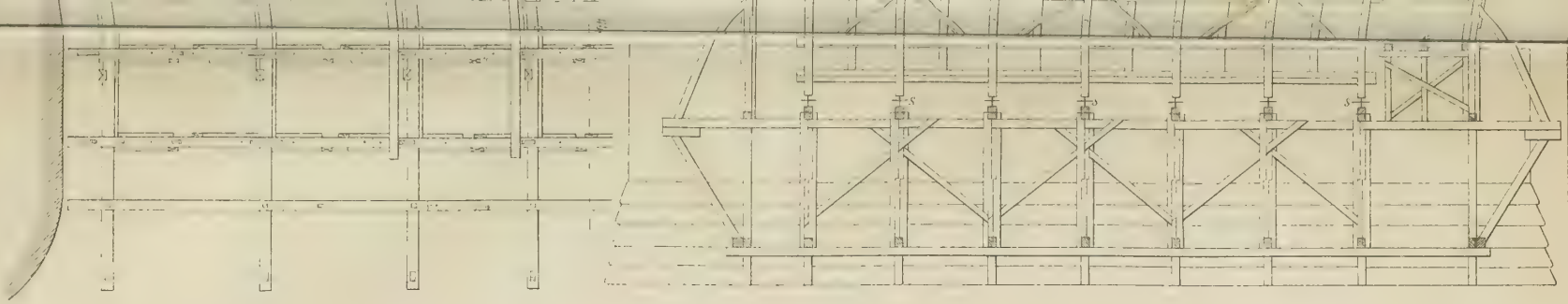


Fig. 3.



Howe'scher Träger u. Fachschnitten für das Wölben

Fig 4

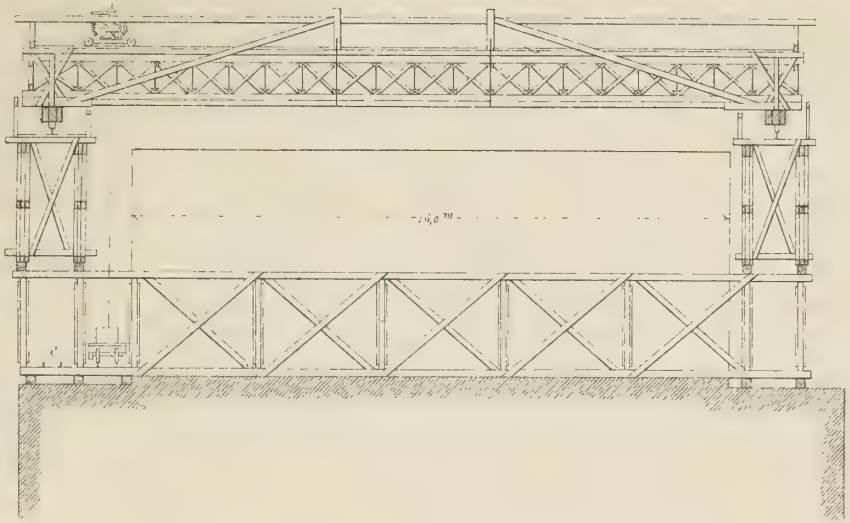
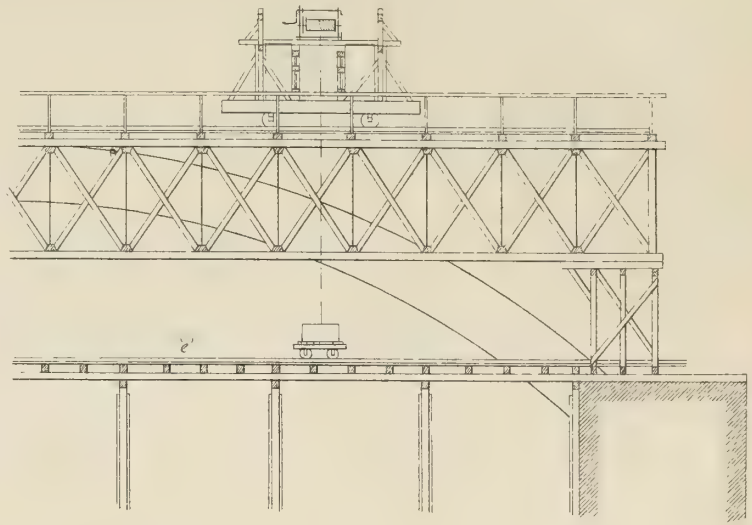
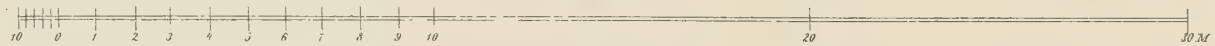


Fig. 5





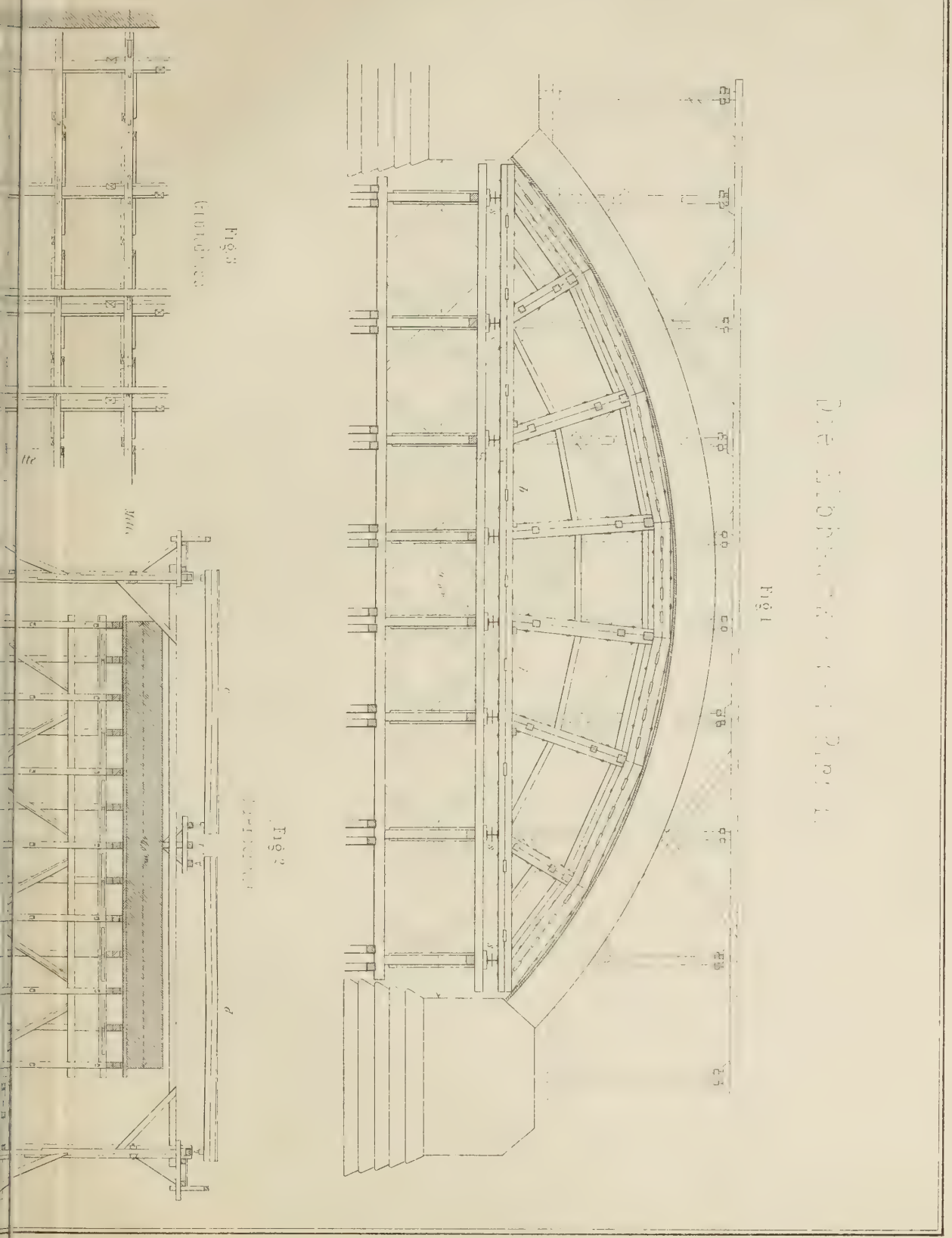


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 1.

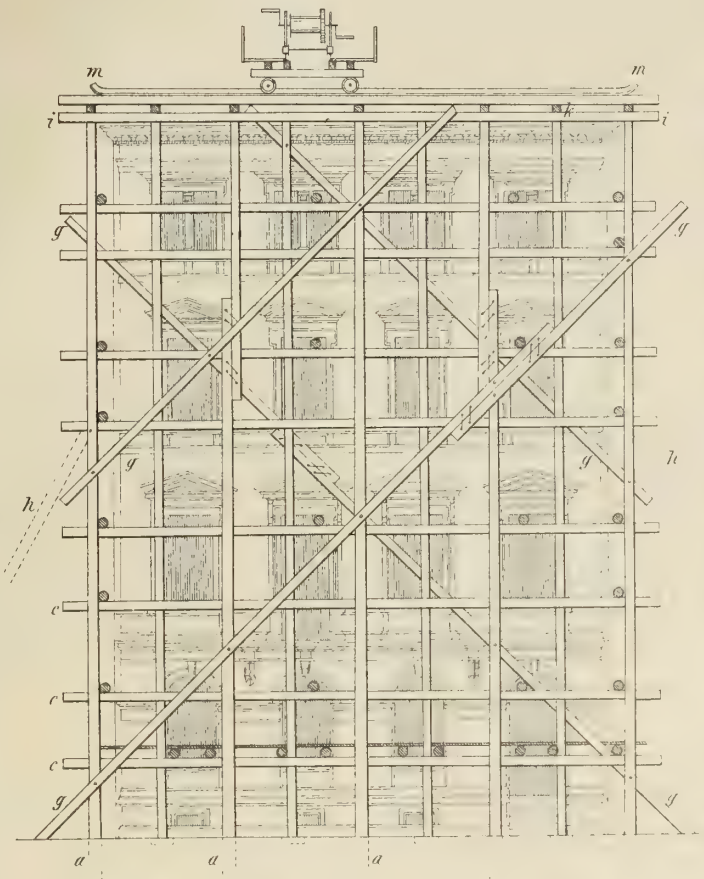
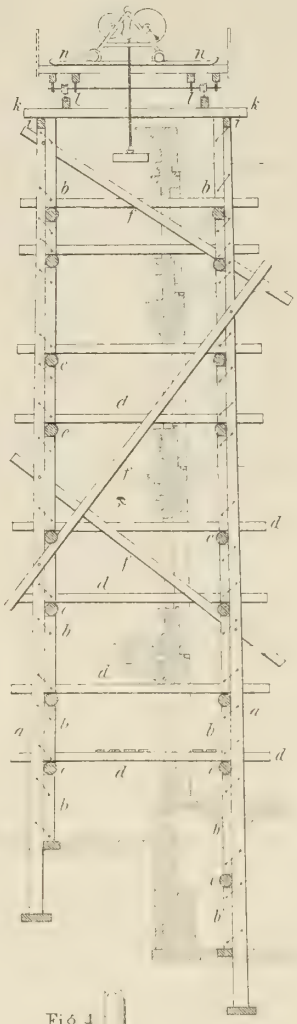


Fig. 2.



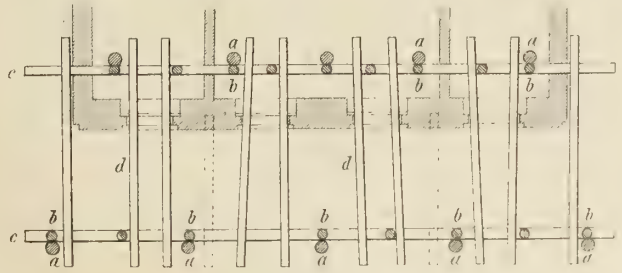
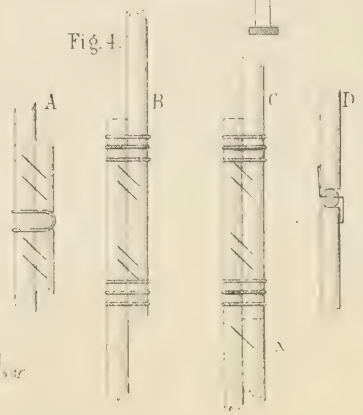
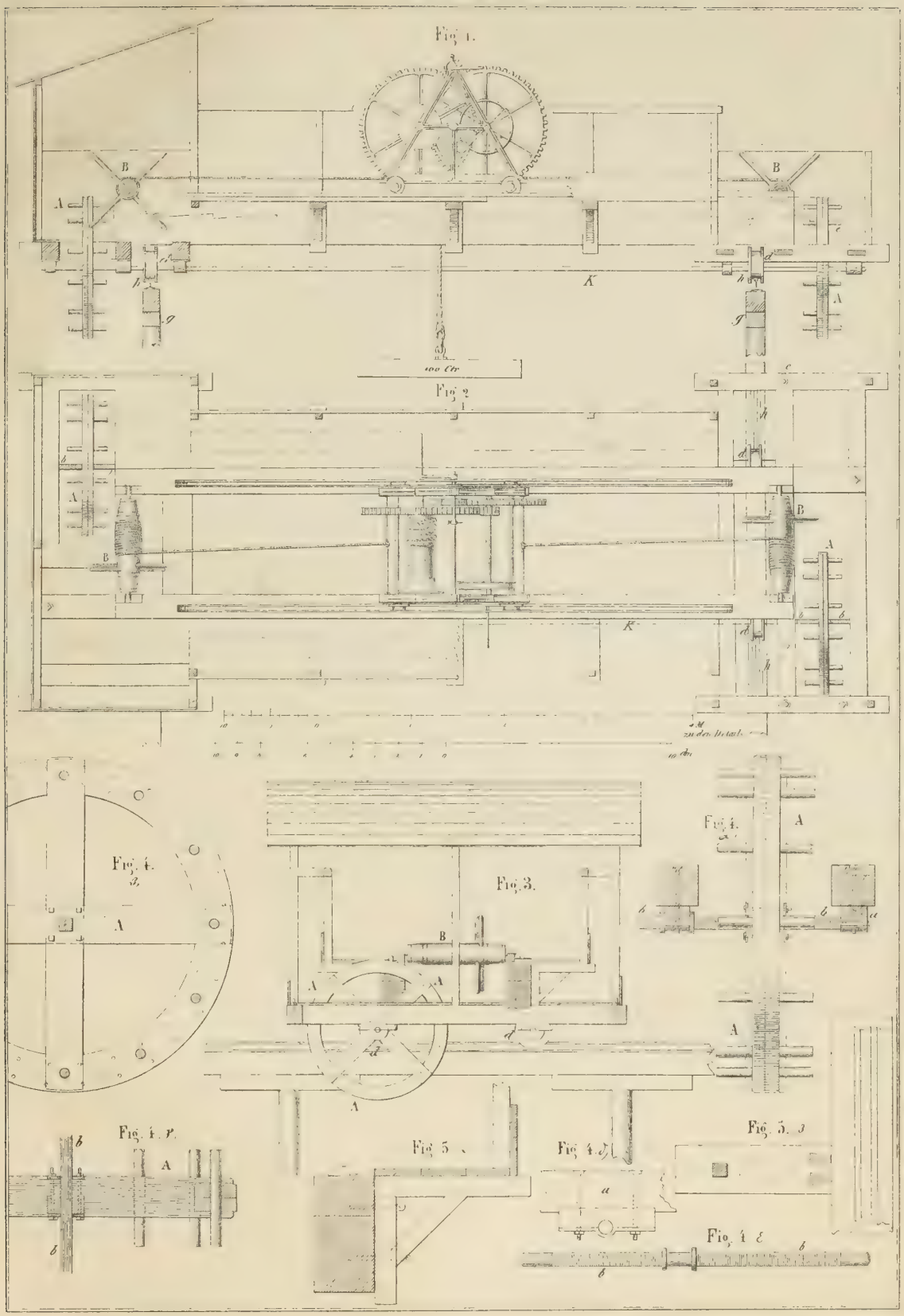


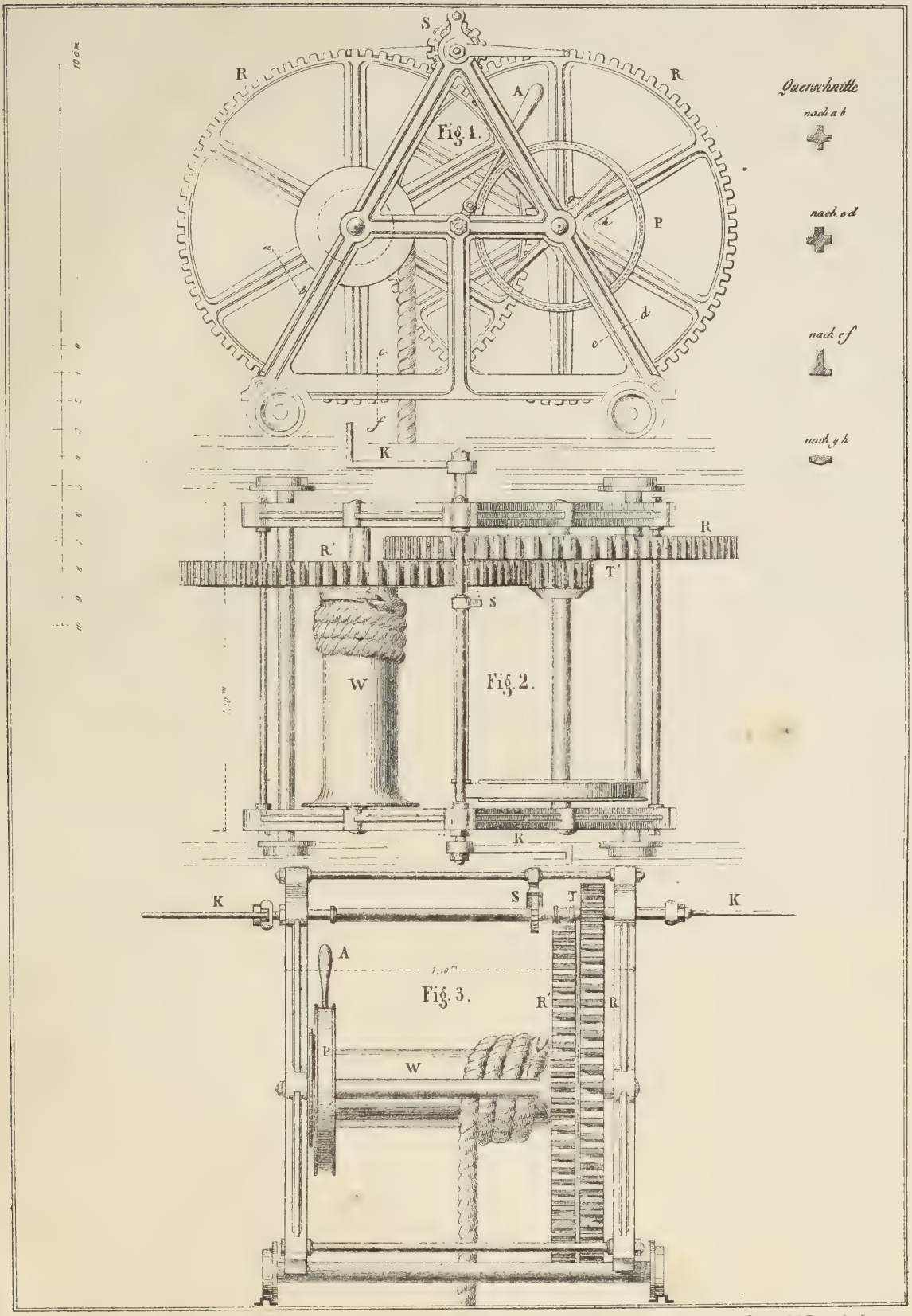
Fig. 3.

Fig. 4.



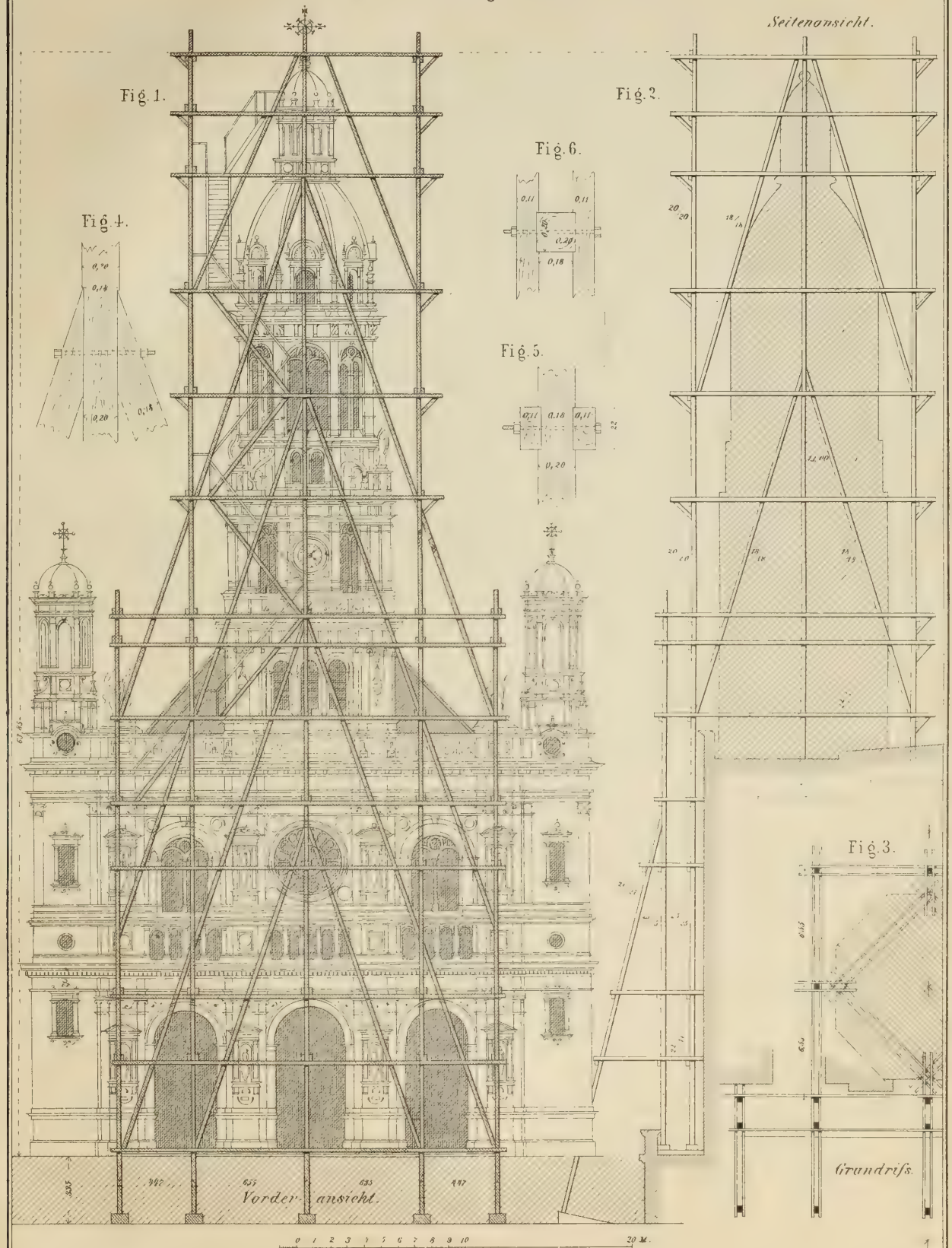


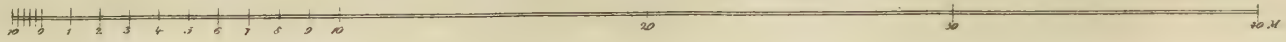
Brevmann II Holz ... Aufl.
... Leipzig



Lith. Anst. v. J. G. Fritzsche, Leipzig

Gerüst der h. Dreieinigkeitskirche in Paris





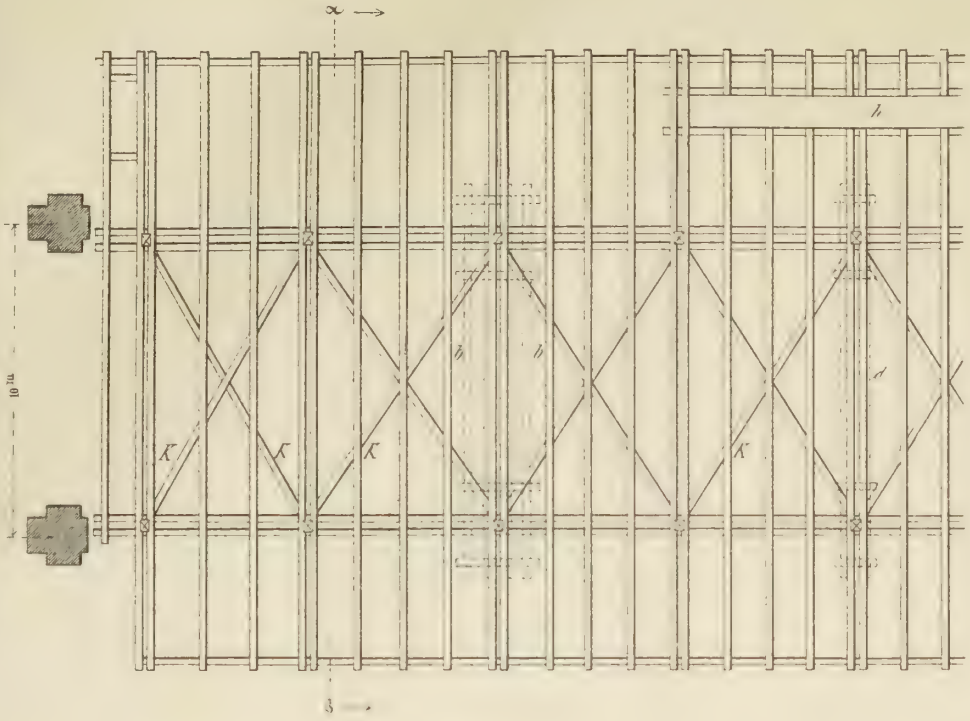
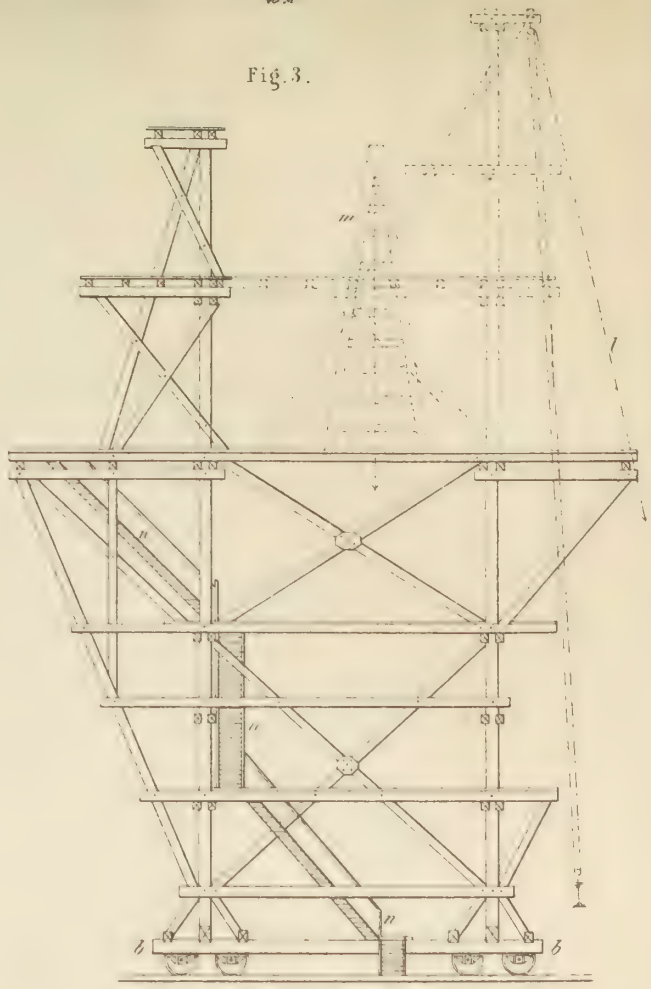


Fig 2

Fig. 3.



Schnitt x - 3

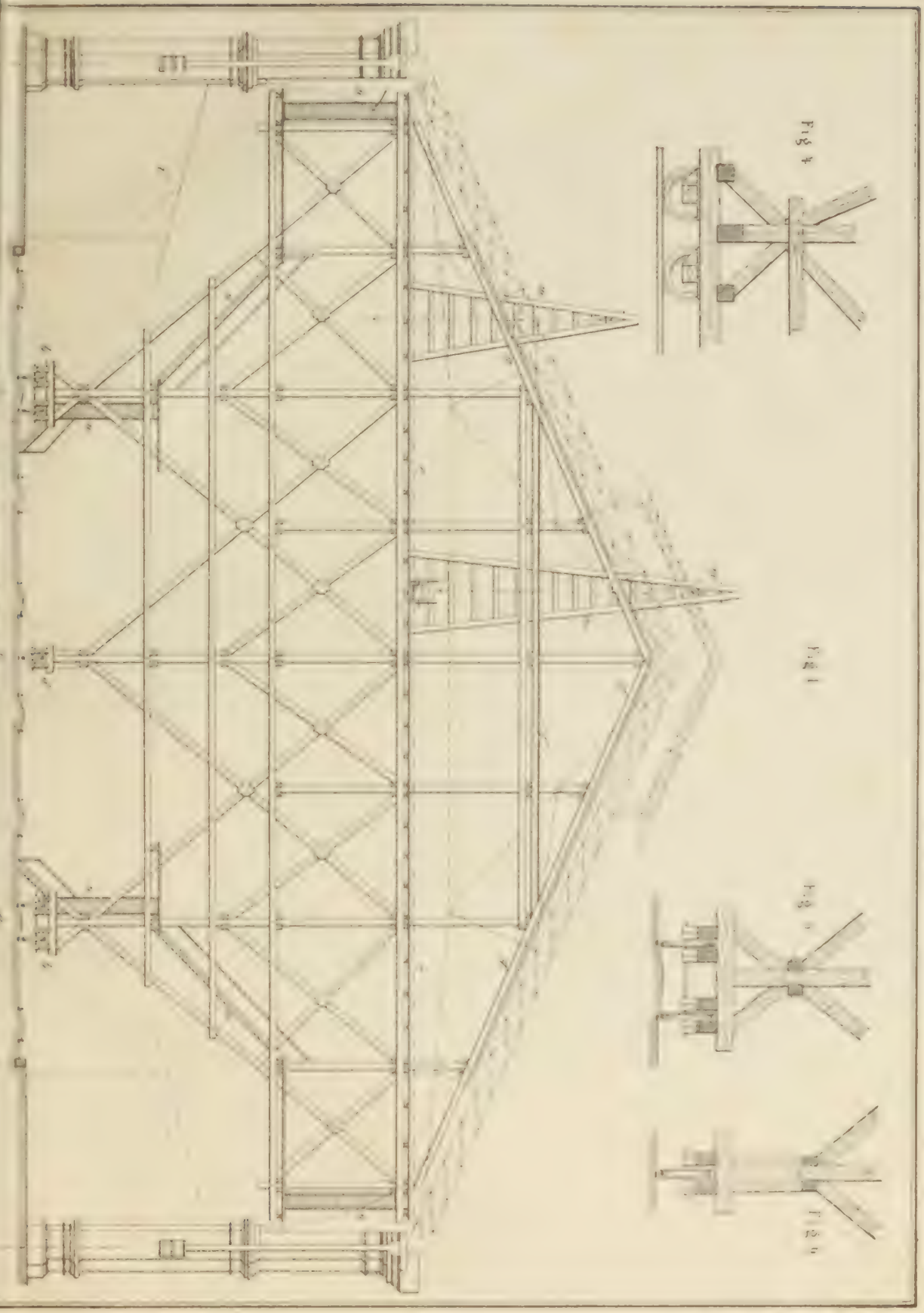
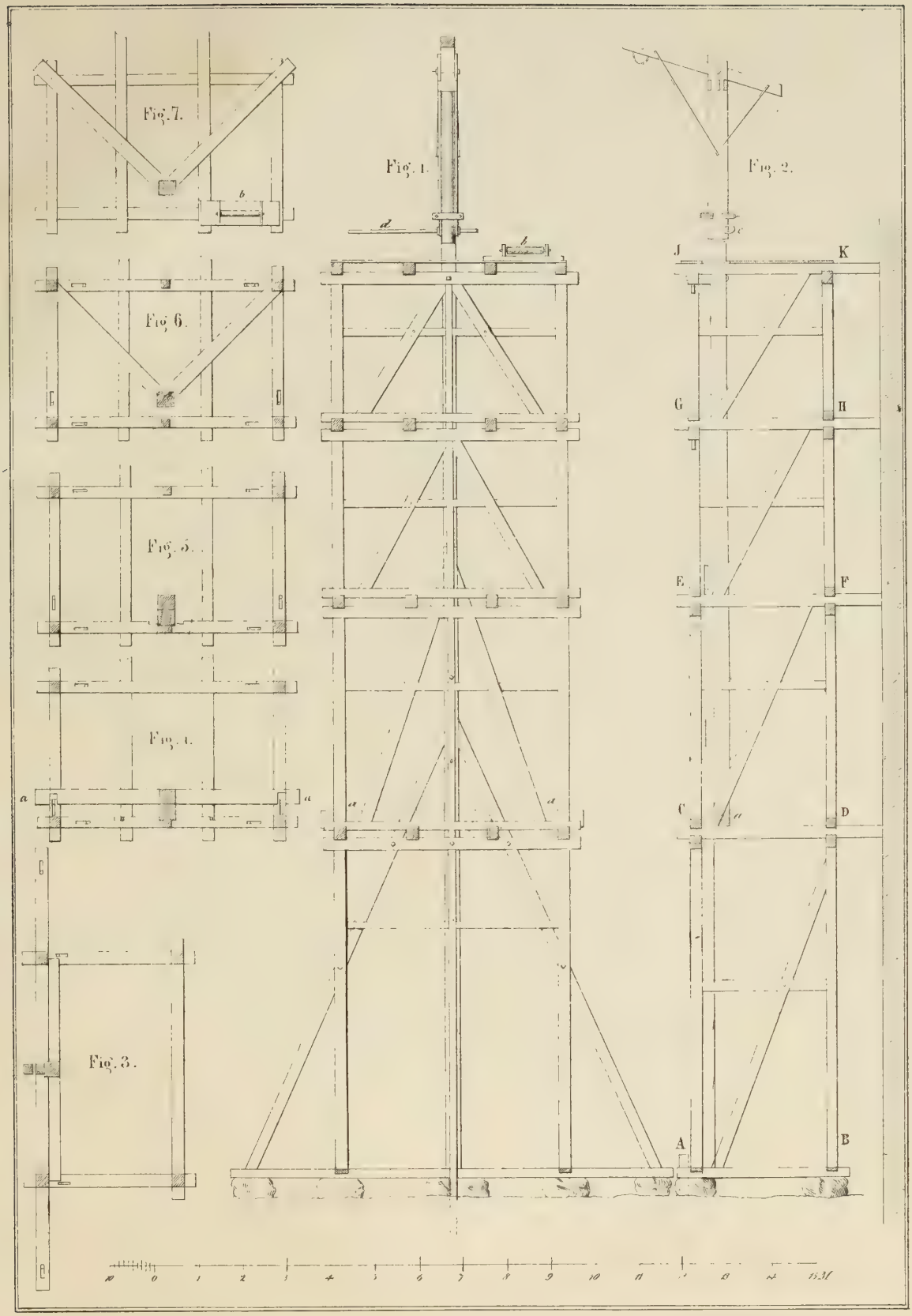


Fig 4
Fig 1
Fig 3
Fig 2



J.M. Gebhardt's Verlag Leipzig

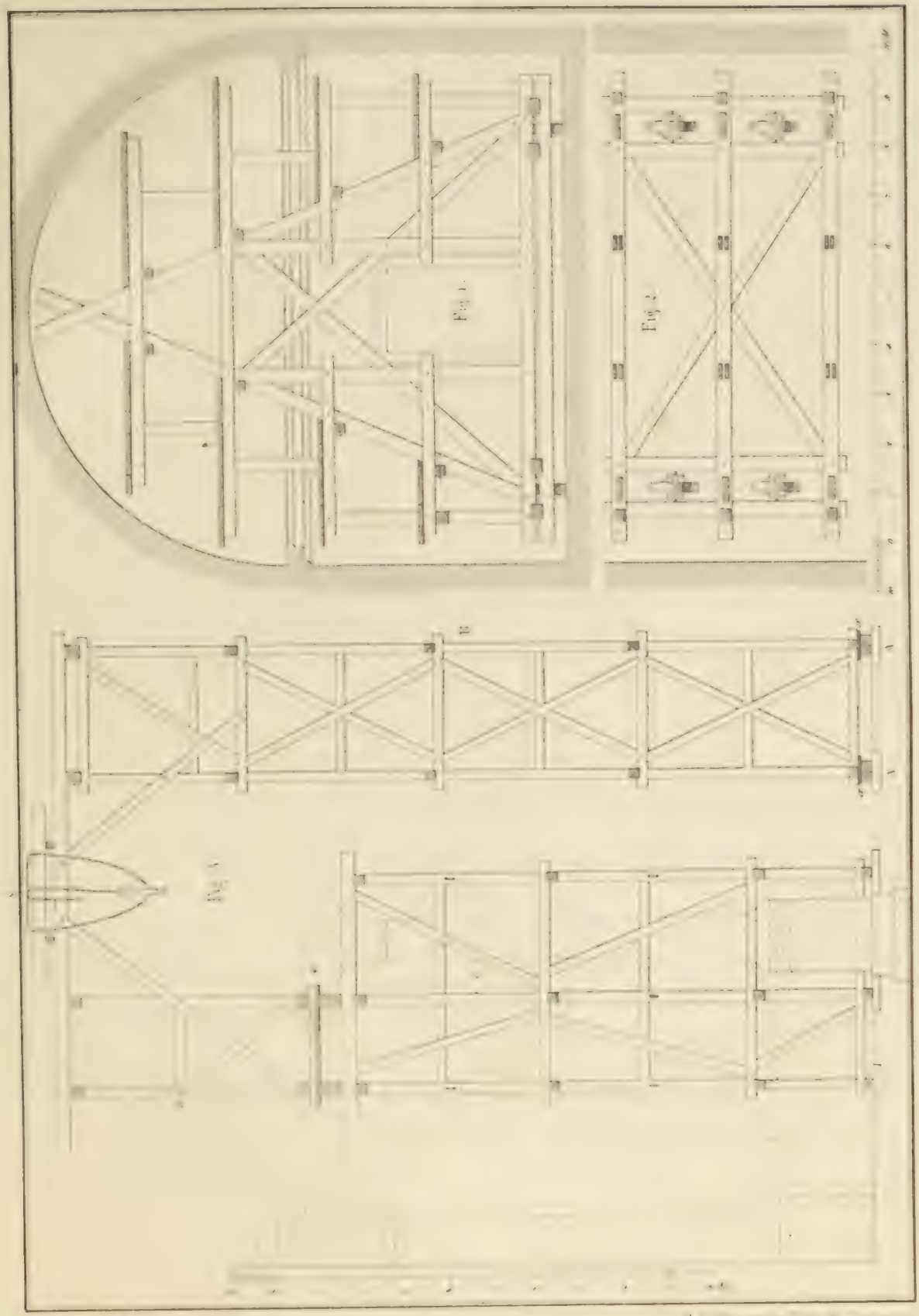
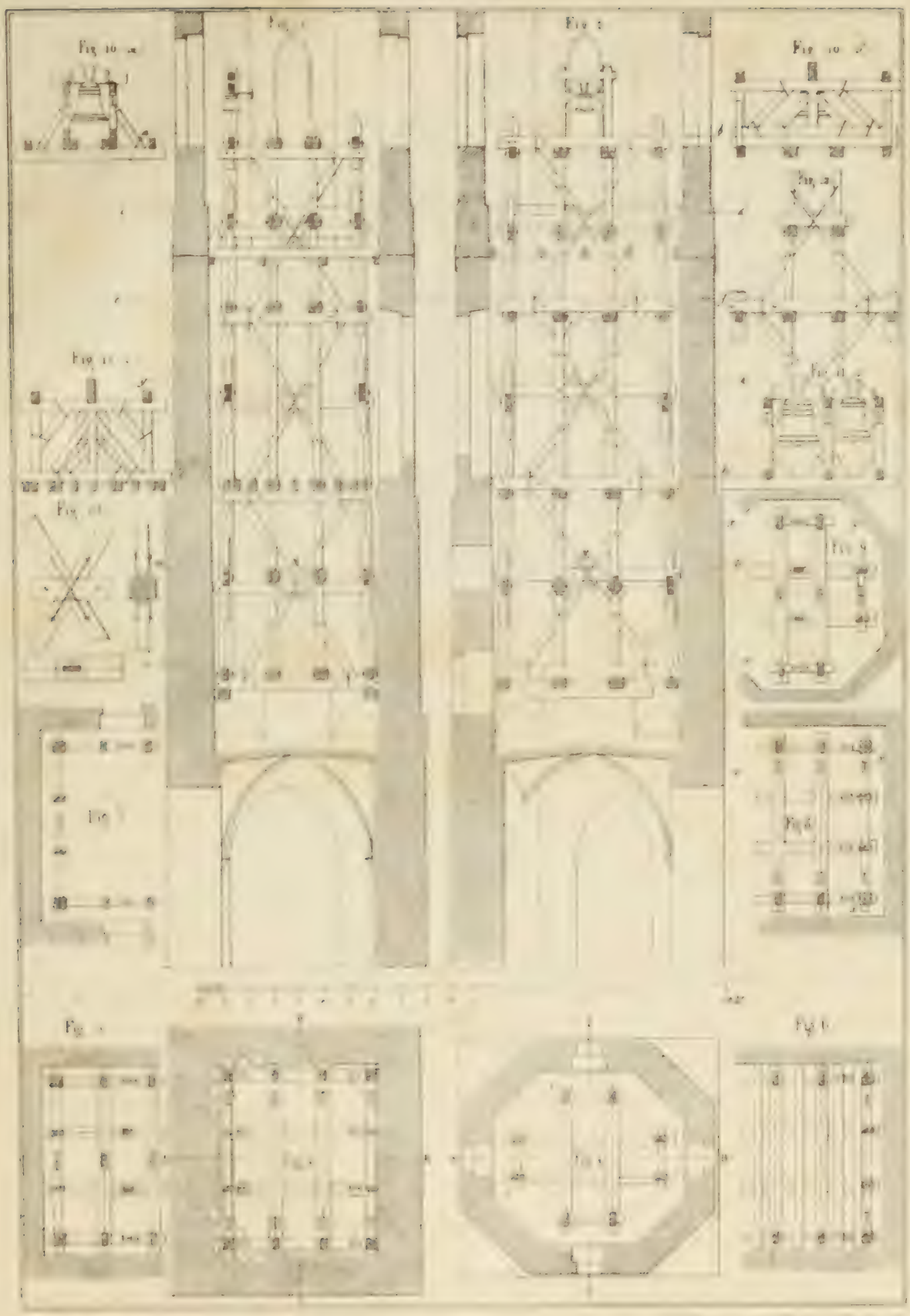
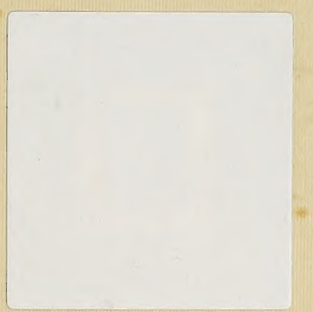


Fig. 1.
Fig. 2.





GETTY RESEARCH INSTITUTE
3 3125 01450 9471